VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР

КЛАССИКИ НАУКИ



L Pasteur

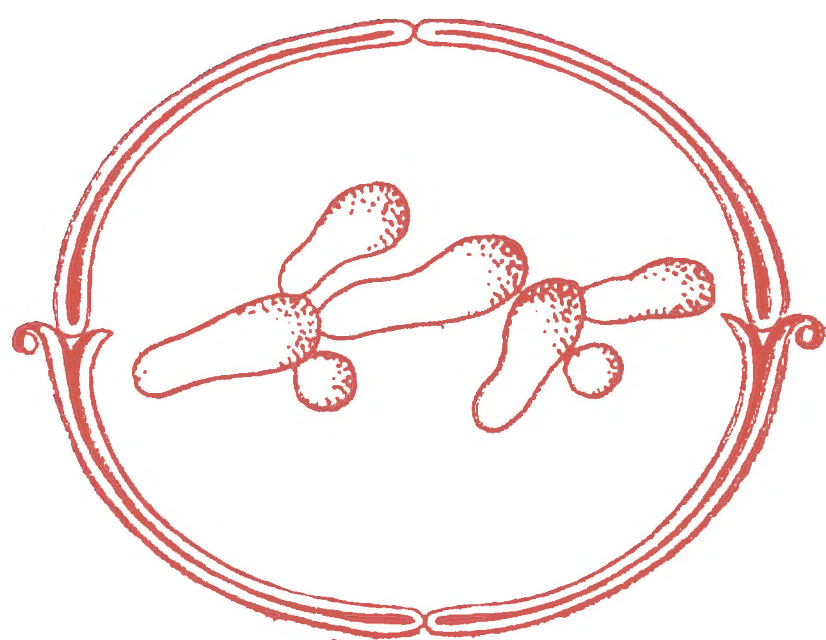
ЛУИ ПАСТЕР

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ

В ДВУХ ТОМАХ

I

РЕДАКЦИЯ
ЧЛ. КОР. АН СССР
А. А. ИМШЕНЕЦКОГО



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА · 1960

СЕРИЯ «КЛАССИКИ НАУКИ»

Серия основана академиком *С. И. Вавиловым*

Редакционная коллегия: академик *И. Г. Петровский* (председатель), академик *Н. Н. Андреев*, академик *К. М. Быков*, академик *Б. А. Казанский*, академик *А. И. Опарин*, академик *О. Ю. Шмидт*, академик *Д. И. Щербаков*, академик *П. Ф. Юдин*, член-корреспондент АН СССР *Х. С. Коштоянц*, член-корреспондент АН СССР *А. М. Самарин*, член-корреспондент АН СССР *А. А. Максимов*, доктор географических наук *Д. М. Лебедев*, доктор химических наук *Н. А. Фигуровский*, кандидат философских наук *И. В. Кузнецов*, кандидат исторических наук *Д. В. Ознобишин* (ученый секретарь).


ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ
* ЛУИ ПАСТЕР *

ОТ РЕДАКЦИИ

Избранные труды Луи Пастера, объединяющие его исследования по молекулярной диссимметрии, брожениям, болезням гусениц шелкопряда, самопроизвольному зарождению, медицинской и ветеринарной микробиологии, на русском языке издаются впервые. Вполне естественно, что это только часть опубликованных Пастером работ, но нами были выбраны наиболее важные мемуары и статьи. Они дают полное представление о творчестве Пастера и соответствуют основным направлениям его исследований. Перевод всех работ с французского языка сделан, за исключением перечисленных ниже, В. А. Шориным. Часть работ по брожениям, опубликованным в первом томе, воспроизводится по переводу, осуществленному под редакцией Г. Л. Селибера в 1937 г. Это «Мемуар о спиртовом брожении» (перевод А. М. Зимкиной), «К вопросу о спиртовом брожении» (перевод М. П. Корсаковой), «Сообщение относительно *Penicillium glaucum* и молекулярной диссимметрии естественных органических соединений», «Инфузории, живущие без свободного кислорода и вызывающие брожение», «Новые опыты и взгляды на природу брожений», «Исследования о гниении» (переводы И. П. Ланге-Поздеевой), «Исследования об уксусе» (перевод Р. С. Кацнельсон и А. Л. Бычковской), шесть первых глав «Исследования о пиве» (перевод М. П. Корсаковой, Р. С. Кацнельсон, А. Л. Бычковской, И. П. Ланге-Поздеевой).

При переводе и редактировании особенное внимание было уделено сохранению стиля изложения, характерного для автора, с другой стороны, избегали всякой модернизации терминологии и описаний технологических и методических приемов. Это позволило сохранить

колорит эпохи. Подготовка к печати и составление комментариев осуществлены Ю. Н. Карасевичем. Им же переведены: лекция «О самопроизвольном зарождении», «Статья об изменении мочи, в связи с сообщением доктора Бастиана из Лондона» и «Замечания по поводу опытов доктора Бастиана с мочой, нейтрализованной едким калием», публикуемые во втором томе.

Помещаемые в статье о Луи Пастере иллюстрации любезно предоставлены для настоящего издания Дирекцией Института Пастера.



ИССЛЕДОВАНИЯ О МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИССИММЕТРИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Лекции, прочитанные в Парижском химическом обществе 20 января и 3 февраля 1860 г. *

***Господину Ж. Б. Био** с чувством глубокого уважения и самой искренней признательности.*

Эти лекции были прочитаны по предложению совета Парижского химического общества. В них кратко изложены исследования, которые я проводил непрерывно в течение десяти лет. У меня часто возникало желание объединить их, внимательно просмотреть детали и сделать все дальнейшие необходимые добавления к ним для согласования различных статей, в которых они впервые были описаны. Но каждый человек, посвятивший себя экспериментальным наукам, достигает возраста, когда время приобретает необычайную цену: это быстро проходящий период, когда цветет дух изобретательства и когда каждый год должен быть отмечен новыми достижениями. Остановиться по собственному желанию на достигнутом было бы трудно и опасно и сомнительной компенсацией этому было бы удовольствие и даже польза, полученные от распространения наших идей по нашему усмотрению.

Насколько трудно было мне справиться с тяжелой работой: объединить, улучшая одновременно, мои исследования, касающиеся молекулярной диссимметрии естественных органических соединений, настолько охотно я согласился удовлетворить просьбу многих членов Химического общества опубликовать две лекции, в которых мне было поручено изложить основные результаты, которых я достиг. Мало исследований получило такой горячий прием во время их последовательного появления. Однако у меня имеется немало доказательств того, что они еще очень мало известны.

Поэтому я думаю, что опубликование моих лекций может принести известную пользу. Я был уже вполне вознагражден за мои усилия тем интересом, который эти лекции вызвали у избранной публики, перед которой они были прочитаны.

Химическое общество было очень тронуто той поспешностью, с которой множество молодых ученых пришло занять места в аудитории. Оно особенно отметило дружественное содействие своим работам, выразившееся в присутствии членов Академии наук г. г. Баляра, Клода Бернара, Деляфосса, Фреми, Серре.

Да будет мне позволено, кроме того, выразить особую благодарность от моего имени и от имени Общества нашему знаменитому председателю г-ну Дюма, высокое и доброжелательное покровительство которого всегда приносило науке почти такую же пользу, как и его бессмертные труды.

Л. Пастер

Париж, 1860.

ЛЕКЦИЯ ПЕРВАЯ

I

Господа!

В конце 1808 г. Малю * установил, что свет, отраженный любым прозрачным или непрозрачным телом, приобретает новые, весьма удивительные свойства, и этим он существенно отличается от света, идущего к нам непосредственно от светящегося тела.

Малю назвал *поляризацией* изменение, которое свет претерпевает в процессе отражения. Позднее название *плоскость поляризации* луча было дано плоскости отражения, иначе говоря плоскости, проходящей через падающий луч и нормаль к отражающей поверхности.

Этим не ограничились открытия Малю, касающиеся поляризованного света. Уже давно было известно, что луч света, идущий непосредственно от светящегося тела, проходя через кристалл углекислой извести, имеющий форму ромбоида **, постоянно разделяется на два белых пучка одинаковой интенсивности. Поэтому, при рассмотрении пламени свечи через такой ромбоид, оно кажется всегда двойным и оба изображения имеют одинаковую интенсивность.

Уже Гюйгенс и Ньютон показали, что свет, прошедший через кристалл исландского шпата, отличается по своим свойствам от света, идущего непосредственно от светящегося тела. Посмотрим теперь через другой ромбоид на одно из двух изображений, о которых мы только что говорили: 1) раздвоение луча происходит не всегда; 2) когда луч двоится, то интенсивность двух новых изображений будет неодинаковой. Следовательно, свет, прошедший через кристалл, обладающий двойным лучепреломлением, отличается от естественного света, идущего непосредственно от светящегося тела. После того как это было установлено, Малю доказал, что изменение света

в результате двойного преломления идентично изменению, происходящему при отражении света от поверхности прозрачных или непрозрачных тел; другими словами, что оба луча, обыкновенный и необыкновенный, образующиеся в кристалле, обладающем двойным лучепреломлением, являются поляризованными лучами.

С самого начала Малю с такой четкостью, с таким чувством меры и с такой точностью в наблюдениях и выражениях сформулировал эти плодотворные открытия, что, читая его статьи, можно подумать, что они были написаны лишь вчера. Но он не смог продолжить свои исследования, смерть преждевременно унесла его в 1812 г., в возрасте 37 лет. К счастью для науки, два знаменитых физика, в то время молодые и полные сил, г-н Био и г-н Араго продолжали разрабатывать его наследство и вскоре заслужили всеобщее признание своими блестящими работами в этом новом направлении, которое Малю открыл для науки.

В 1811 г. Араго * установил, что когда луч поляризованного света проходит перпендикулярно через пластинку кристалла горного хрусталя, отшлифованную перпендикулярно по отношению к своей оси, то при анализе луча, выходящего из пластинки, с помощью ромбоида исландского шпата, можно установить, что при любом положении ромбоида *постоянно образуются два изображения*. Более того, эти изображения окрашены в дополнительные цвета. В тех случаях, когда толщина пластинки шпата не может обеспечить полного разделения двух образовавшихся лучей, то там, где изображения частично накладываются одно на другое, они окрашены в белый цвет.

В этом опыте выявились два отклонения от обычных законов для кристаллов, обладающих двойным лучепреломлением. Всякий другой кристалл, имеющий одну ось и отшлифованный перпендикулярно этой оси, позволил бы получить два белых, а не окрашенных изображения, а при повороте ромбоида анализатора на 90° изображения слились бы.

Араго сделал вывод, что результаты предыдущего опыта можно объяснить, исходя из предположения, что различно окрашенные лучи, содержащиеся в белом падающем пучке света, выходя из пластинки кварца, имеют различные плоскости поляризации.

Араго более не возвращался к изучению этих поразительных явлений. Все физические законы их были открыты, начиная с 1813 г., г-ном Био, тщательно отделившим эти явления от других, с которыми Араго, по-видимому, их смешивал.

Г-н Био * последовательно изучил поляризованный луч для каждого простого цвета спектра и обнаружил, что угол вращения первоначальной плоскости поляризации пропорционален толщине пластинки. Этот угол различен для каждого из простых цветов спектра и увеличивается, следуя определенному закону, с усилением преломляемости. Кроме того, г-н Био сделал очень интересное наблюдение, что среди пластинок, полученных из различных кристаллов кварца, имеются пластинки, поворачивающие плоскость поляризации вправо, тогда как другие поворачивают ее влево согласно одним и тем же законам **.

Но наиболее замечательным открытием г-на Био в этой области без сомнения является открытие вращения плоскости поляризации множеством естественных органических соединений: скипидаром, растворами сахара, камфары, винной кислоты. Впервые эти данные были изложены в бюллетене Общества любителей природы в декабре 1815 г. ***

Для лучшего понимания этой лекции мы должны обратить особое внимание на наличие у винной кислоты свойства вращать плоскость поляризации и на отсутствие этого свойства у паравинной или рацемической кислоты, являющейся изомером винной кислоты.

Таким образом, существуют жидкие или растворенные в воде органические соединения, которые обладают свойством вращать плоскость поляризации и напоминают в этом отношении твердый кристаллический кварц. Однако здесь необходимо сделать очень существенное замечание, а именно, что эта аналогия с кварцем имеет лишь чисто внешнее сходство. В обоих случаях происходит вращение плоскости поляризации, но природа этих явлений очень различна.

Итак, кварц вращает плоскость поляризации, но для этого необходимо, чтобы он находился в кристаллическом состоянии. Растворенный или в твердом, но не кристаллическом виде, он не оказывает никакого действия на поляризованный свет. Необходимо не только,

чтобы кварц был кристаллическим, но и чтобы пластинка была отшлифована перпендикулярно оси кристалла. Достаточно пластинку слегка наклонить по отношению к ходу луча, как действие начинает ослабевать, а затем полностью исчезает.

Сахар вращает плоскость поляризации (то, что я говорю о сахаре, остается верным и для всех других органических соединений), но для этого необходимо, чтобы он находился в растворе или был в твердом, но аморфном состоянии, как, например, ячменный сахар. В кристаллическом состоянии никакого действия на поляризованный свет у него обнаружить не удается *.

Трубку, содержащую раствор сахара, можно наклонить, но вращение плоскости поляризации для одинаковой толщины слоя остается неизменным. Более того, при сильном перемешивании жидкости с помощью часового механизма это явление также остается неизменным.

Поэтому г-н Био с самого начала сделал совершенно правильный вывод, что действие, оказываемое органическими соединениями на поляризованный свет, является действием молекулярным, свойственным наиболее мелким частицам этих соединений и зависящим от индивидуальной структуры их молекул. Действие же кварца обусловливается характером связи между кристаллическими частицами.

Я привел из физики то, что предшествовало, если я могу так выразиться, исследованиям, которые я буду вам излагать. Вот, что предшествовало им в минералогии.

II

Несомненно, гемиэдрия является одной из особенностей кристаллизации, внешнее проявление которой очень легко подметить. Возьмите, например, минерал, образующий кристаллы кубической формы. Всем известно, что кристаллы этого типа принимают различные формы, определяемые законом симметрии — законом столь естественным, что он, если можно так выразиться, является аксиомой физики. Этот закон говорит, что, исходя из формы определенного типа, можно получить все другие совместимые с ней формы с помощью измене-

ния, или, как говорил Роме де Лиль, одновременного и одинакового усечения всех идентичных частей. Тождественными ребрами называют ребра, образующиеся при пересечении соответственно тождественных граней, пересекающихся под одинаковым углом, а тождественными телесными углами называют соответственно равные и одинаковым образом расположенные двухгранные углы. Например, в кубе имеются лишь один вид телесных углов и один вид ребер. Если срезать хотя бы один из телесных углов плоскостью, имеющей одинаковый наклон к трем граням телесного угла, то и семь других углов должны быть в то же время усечены подобными плоскостями. Это наблюдается для квасцов, галенита и вообще для всех кубических систем.

Возьмем прямую призму с основанием в виде ромба. Восемь ребер оснований одинаковы. Если одна из них усечена, то и семь других должны быть усечены таким же образом. Четыре вертикальных ребра отличаются от них. Обычно они не усечены одновременно с ребрами оснований, а если и усечены, то несколько иным образом.

Уже эти примеры будут достаточны для понимания закона симметрии и его применения.

Теперь мы очень легко можем создать себе точное представление о гемиэдрии. Опыт давно показал, что иногда в кристалле изменяется одновременно и одинаковым образом лишь половина тождественных частей. Гаюи уже был знаком с наиболее известными примерами этого явления. Это и называется гемиэдрия. Так, например, в кубе должны быть усечены одновременно все восемь телесных углов. Но в некоторых случаях усечены лишь четыре угла. Борацит может служить одним из примеров подобного рода. В этих условиях изменение происходит таким образом, что, продолжая плоскости срезов настолько, чтобы они закрыли стороны куба, мы получим правильный тетраэдр. Если бы изменения касались четырех других углов, то образовался бы второй правильный тождественный тетраэдр, совпадающий полностью с первым и отличающийся от него лишь своим положением на кубе.

Возьмем теперь нашу прямую призму, восемь ребер оснований которой усечены. В некоторых случаях усечена лишь половина

ребер. Может случиться, что плоскости усечения противоположных ребер каждого основания расположены крест на крест. Продолжение этих плоскостей усечения позволяет получить тетраэдр. Как и в случае куба, возможно построение двух тетраэдров, различно расположенных по отношению к призме в зависимости от того, какую группу четырех плоскостей усечения мы сохранили, но в данном случае два полученных тетраэдра не абсолютно тождественны. Это два симметричных тетраэдра. Их нельзя совместить друг с другом.

Приведенных примеров достаточно для того, чтобы мы могли понять, что такое гемиэдрия и что подразумевается под гемиэдрическими гранями или гемиэдрическими формами.

Однако кварц, о котором мы только что говорили, является одним из редких минералов, в кристаллах которого Гаюи установил наличие гемиэдрических граней. Все знают обычную форму кристаллов этого минерала — правильную гексагональную призму, увенчанную с двух сторон шестигранными пирамидами. Совершенно очевидно, что трехгранные углы, расположенные у основания граней пирамиды, тождественны, и, следовательно, если один из них имеет определенную грань, она должна находиться и на всех других углах. Это и наблюдается для так называемой *ромбической* грани, как говорят минералоги.

Гаюи первый установил наличие у некоторых кристаллов грани, очень отличной от вышеуказанной, и обозначил ее буквой x. Эта грань имеет больший наклон в одну сторону и не имеет своего двойника, как требовалось бы в этом случае по закону симметрии. Другая, очень любопытная, способность этих кристаллов также не ускользнула от внимания кристаллографов. Она заключается в том, что грань x наклонена то в одну, то в другую сторону. Гаюи, любивший давать специальные обозначения каждой разновидности определенного явления, назвал *плагиэдром* разновидность кристаллов кварца, имеющих грань x. Название правые плагиэдры начали применять для обозначения кристаллов, у которых при определенном положении кристаллов грань x имела наклон вправо, а левыми плагиэдрами называли кристаллы, у которых грань x имела противоположный наклон.

К тому же нет ничего более изменчивого, чем этот признак. То он существует, то он отсутствует. На одном и том же кристалле некоторые углы имеют грань *x*, а другие, которые должны были бы ее иметь, не имеют. Иногда обнаруживаются плагиэдрические грани, направленные вправо и влево. Тем не менее, все лица, хорошо знакомые с кристаллами, согласны, что у кристаллов кварца имеется настоящая гемиэдрия в двух противоположных направлениях.

Здесь необходимо указать на очень искусное сопоставление, сделанное сэром Джоном Гёршелем, о котором он сообщил Королевскому обществу в Лондоне в 1820 г. *

Как я уже говорил, Био сделал замечательно интересное наблюдение, показавшее, что среди различных кристаллов кварца некоторые вращали плоскость поляризации в одном направлении, а другие в противоположном — вправо или влево. После этого Джон Гёршель попытался установить связь между результатами кристаллографических исследований Гаюи и физическими наблюдениями Био. Опыт подтвердил предположение о наличии действительной связи между правой и левой плагиэдрией и направлением вращения поляризации вправо или влево. Кристаллы кварца, имеющие грань *x*, расположенную в определенном направлении, вращают в этом же направлении и плоскость поляризации.

Таковы основные данные, предшествовавшие исследованиям, краткую историю которых я вам должен изложить.

III

Когда я начал самостоятельно работать, то я постарался углубить мои познания в области кристаллографии в надежде, что это принесет мне пользу в моих химических исследованиях. Мне казалось наиболее простым взять в качестве путеводителя довольно полную работу о формах кристаллов, повторить все измерения и сравнить мои определения с определениями автора. В 1841 г. г-н де Ля Провосте **, пунктуальность которого известна, опубликовал прекрасную работу о кристаллических формах винной и паравинной кислот и их различных солей. Я следовал указаниям, содержащимся в этой

статье. Я получил кристаллы винной кислоты и ее солей и изучил их форму. Но, проводя эту работу, я убедился в том, что очень интересный факт остался не замеченным ученым-физиком. У всех изученных мною солей винной кислоты имелись несомненные признаки гемиэдрических граней.

Эта особенность формы кристаллов солей винной кислоты была выражена не очень ясно, и легко понять, почему до сих пор она не была отмечена. Но в тех случаях, когда у определенного соединения эта особенность была выражена слабо, мне всегда удавалось сделать ее более четкой, проводя перекристаллизацию в несколько иных условиях. Иногда у кристаллов имелись все грани, требуемые законом симметрии, но наличие гемиэдрии все же удавалось установить благодаря тому, что половина граней отличалась по своей величине от остальных. Подобное явление было отмечено, например, у кристаллов обычного рвотного камня. Следует сказать, что часто наблюдаемая неправильная форма кристаллов, образование которой всегда происходит с известными трудностями, еще более усложняет установление наличия гемиэдрии. Благодаря трудности кристаллизации происходят деформации, задержка развития кристаллов в том или ином направлении, случайное исчезновение граней и так далее... За исключением очень редких условий, установление гемиэдрии, особенно в кристаллах, полученных в лаборатории, требует очень внимательного изучения. Добавим, что несмотря на то, что гемиэдрия может быть свойственна одной из кристаллических форм и несмотря на то, что она является выражением внутренней структуры соединения, все же иногда она может внешне и не проявляться, подобно тому, как в каждом кристалле кубической формы нельзя обнаружить все формы, совместимые с кубом.

Но как бы то ни было, я повторяю, что я нашел гемиэдрические кристаллы солей винной кислоты.

Это наблюдение осталось бы, по всей вероятности, бесплодным, если бы не было установлено следующего факта.

Предположим, что a, b и c являются осями кристаллической формы какой-либо соли винной кислоты; α, β и γ — углами кристаллографических осей. Это обычно прямые или слегка косые углы. Кроме

того, соотношение двух осей, например a и b, приблизительно одинаково для различных солей винной кислоты независимо от их состава, количества кристаллизационной воды и природы оснований; при этом заметно меняется лишь угол γ. Между всеми солями винной кислоты существует своего рода полуизоморфизм. Можно сказать, что часть молекулы, состоящая из винной кислоты, преобладает и накладывает печать сходства на эти различные кристаллические формы, несмотря на различия в других составных элементах соединения.

Из этого вытекает, что кристаллы всех солей винной кислоты имеют нечто общее и мы можем их расположить одинаковым образом, принимая, например, за признак одинакового положения направление осей a и b *.

Если мы сравним на всех призматических кристаллах солей винной кислоты, расположенных одинаковым образом, расположение гемиэдрических граней, то мы убедимся, что оно у всех кристаллов одинаково.

Сделаем краткий вывод из этих результатов, которые явились отправным пунктом для всех моих дальнейших исследований: кристаллы солей винной кислоты имеют гемиэдрическую форму и гемиэдрия их имеет одинаковое направление.

Руководствуясь, с одной стороны, существованием у молекул свойства вращать плоскость поляризации, что было установлено для винной кислоты и всех ее соединений г-ном Био, с другой стороны, столь искусным сопоставлением, сделанным Гёршелем, и, наконец, хорошо обоснованными положениями г-на Деляфосса, по мнению которого гемиэдрия всегда является выражением законов структуры, а не особенностью кристаллизации, я высказал предположение, что между гемиэдрией кристаллов солей винной кислоты и их свойством вращать плоскость поляризации может существовать взаимная связь.

Здесь очень важно установить развитие идей.

Гаюи и Вейсс показали, что у кристаллов кварца имеются гемиэдрические грани и что у некоторых кристаллов эти стороны скошены вправо, а у других влево. Со своей стороны г-н Био обнаружил, что кристаллы кварца по своим оптическим свойствам делятся также на две группы. Одни из них вращают плоскость поляризации вправо,

другие — влево, согласно одним и тем же законам. В свою очередь Гёршель, устанавливает связь между этими до сих пор изолированными наблюдениями и говорит: плагиэдры определенного типа вращают плоскость поляризации в одну сторону, плагиэдры противоположного типа вращают плоскость поляризации в противоположную сторону.

Что касается меня, то я считаю, что кристаллы всех солей винной кислоты являются плагиэдрами, если я могу так выразиться, и что все они принадлежат к одному типу. Я должен был, следовательно, предполагать, что в данном случае, как и для кварца, существует связь между гемиэдрией и вращением плоскости поляризации. Однако не следует пренебрегать существенными различиями, о которых я только что упомянул, между вращением плоскости поляризации кварцем и вращением ее винной кислотой.

Таким образом, благодаря новым только что приведенным данным и сопоставлениям, которые я перечислил, у меня возникла предвзятая идея (в действительности это было еще ни что иное, как предвзятая идея) о возможной взаимосвязи между гемиэдрией и вращением плоскости поляризации солями винной кислоты.

Я хотел возможно быстрее найти экспериментальное подтверждение этому, еще совершенно умозрительному, предположению, и моей первой мыслью было выяснить, не образуют ли очень многочисленные кристаллизующиеся органические соединения, обладающие способностью вращать плоскость поляризации, кристаллы гемиэдрической формы; об этом еще никто не думал, несмотря на сопоставление Гёршеля. Как я и ожидал, эти исследования оказались весьма успешными.

Я занялся также изучением кристаллических форм паравинной кислоты и ее солей, изомеров производных винной кислоты, но которые, как это показал г-н Био, не оказывают никакого действия на поляризованный свет. Кристаллы ни одного из этих соединений не обладают гемиэдрической формой.

Таким образом, идея о связи между гемиэдрией и способностью молекул естественных органических соединений вращать поляризованный свет подтверждалась.

Вскоре, с помощью совершенно неожиданного открытия, мне удалось выявить эту связь с полной очевидностью.

IV

В начале необходимо, чтобы я ознакомил вас с весьма замечательным сообщением г-на Митчерлиха, представленным Академии наук г-ном Био:

«Двойные соли натрия и аммония, паравинной и винной кислот имеют одинаковый химический состав, одинаковую кристаллическую форму с одинаковыми углами, одинаковый удельный вес, обладают одинаковой способностью двойного лучепреломления и, следовательно, оптические оси кристаллов образуют одинаковый угол. При растворении в воде их способность преломлять свет одинакова. Но соли винной кислоты вращают плоскость поляризации, тогда как соли паравинной кислоты не оказывают никакого действия на поляризованный свет, что г-н Био установил для всей серии производных этих двух типов солей. «Однако,— добавляет г-н Митчерлих,— *в данном случае в двух исследованных соединений природа, количество атомов, их расположение, а также расстояние между ними одинаковы»* *.

Это сообщение г-на Митчерлиха меня очень заинтересовало вскоре после его опубликования. Будучи в то время студентом Эколь Нормаль, я в свободное время размышлял о блестящих исследованиях, посвященных изучению молекулярного состава химических соединений, и пришел, как это мне, по крайней мере, казалось, к правильному пониманию наиболее принятых физиками и химиками принципов. Приведенная выше цитата спутала все мои идеи. Какая точность в деталях! Можно ли найти два соединения, которые были бы лучше изучены и сравнение свойств которых произведено было бы полнее? Но можно ли было представить себе на том этапе развития науки, что два столь сходных вещества не идентичны? Сам Митчерлих говорит нам, каковы по его мнению должны быть последствия этого сходства.

Природа, число, расположение атомов и расстояние между ними одинаковы. Если это так, то что же остается от определения понятия химический вид, предложенного в 1823 г. г-ном Шеврелем, столь

точного, столь изумительного для эпохи, когда оно появилось? *Для сложных химических соединений вид — это группа веществ, идентичных по своей природе, составу и расположению элементов.*

Короче говоря, сообщение г-на Митчерлиха у меня осталось в памяти как пример одного из основных затруднений при нашем методе исследования материальных тел.

Совершенно ясно, что, занимаясь, благодаря только что указанным причинам, поисками возможной связи между гемиэдрией солей винной кислоты и их свойством вращать плоскость поляризации, я должен был вспомнить о сообщении г-на Митчерлиха, сделанном в 1844 г. Я сразу же подумал, что г-н Митчерлих допустил одну ошибку. Он не заметил, что кристаллы его двойной соли винной кислоты имели гемиэдрическую форму, тогда как кристаллы этой же соли паравинной кислоты не обладали этой особенностью, и что если это действительно так, то результаты его сообщения не представляют более ничего удивительного. Кроме того, это явится лучшим критерием для суждения о достоверности моей предвзятой идеи относительно связи между гемиэдрией и явлениями вращения плоскости поляризации.

Поэтому я поспешил вернуться к исследованиям кристаллических форм двух солей г-на Митчерлиха. Действительно, я установил, что эта соль винной кислоты, как и все другие соли этой кислоты, изученные мною ранее, образовывали кристаллы гемиэдрической формы. Но вот что странно. Оказалось, что и кристаллы соли паравинной кислоты также обладали гемиэдрией. Однако гемиэдрические грани кристаллов соли винной кислоты всегда имели одинаковое расположение, тогда как у кристаллов соли паравинной кислоты они были скошены то вправо, то влево. Несмотря на всю неожиданность этих результатов, я, тем не менее, продолжал придерживаться своего мнения. Я очень тщательно разделил правые гемиэдрические кристаллы от левых гемиэдрических кристаллов и изучил по отдельности полученные растворы с помощью поляриметра. С удивлением и не меньшим удовлетворением я сразу же установил, что правые гемиэдрические кристаллы вращали плоскость поляризации вправо, а левые гемиэдрические кристаллы — влево. Когда же я взял одинаковые в ве-

совом отношении количества кристаллов двух типов, то смешанный раствор оказался оптически неактивным в отношении поляризованного света, в результате нейтрализации двух отдельных вращений, равных, но противоположно направленных.

Таким образом, я исходил из паравинной кислоты. Я получил обычным способом двойную соль натрия и аммония паравинной кислоты. Через несколько дней в оставленном растворе начинают выпадать кристаллы, имеющие в точности те же самые углы и настолько сходные по внешнему виду между собою, что знаменитый кристаллограф Митчерлих, несмотря на самое тщательное и углубленное исследование, не смог установить ни малейшей разницы между ними. Однако молекулярная структура этих соединений совершенно различна. Это доказывают как особенности вращения плоскости поляризации, так и тип диссимметрии кристаллов. Эти кристаллы изоморфны, кроме того, они изоморфны и с кристаллами соответствующей соли винной кислоты. Но изоморфизм в данном случае отличается особенностью, примеров которой до сих пор не было известно. Это изоморфизм двух диссимметрических кристаллов, один из которых является зеркальным изображением другого. Это сравнение очень точно передает сущность установленных фактов. Действительно, предположим, что мы продолжали во все стороны гемиэдрические грани этих двух типов кристаллов до их взаимного пересечения. В этом случае мы получим два симметричных тетраэдра, каждый из которых является как бы зеркальным отображением другого и которые, несмотря на полную идентичность всех их соответствующих частей, не могут быть совместимы один с другим. Отсюда я принужден был сделать вывод, что с помощью кристаллизации двойной соли натрия и аммония паравинной кислоты мне удалось разделить две симметрично-изоморфные группировки атомов, тесно связанные в паравинной кислоте. Без всяких затруднений мы можем доказать, что эти два вида кристаллов соответствуют двум различным солям, из которых можно получить две различные кислоты.

Для этого достаточно применить обычные в этих случаях методы: осадить каждую из этих солей солью свинца или бария и затем, воздействуя серной кислотой, выделить кислоты.

Изучение этих кислот представляет громадный интерес. Я не знаю более интересных исследований.

Но прежде чем перейти к изложению этих исследований, позвольте мне остановиться здесь на некоторых воспоминаниях, связанных с этими открытиями.

V

Когда вышеприведенные данные стали известны, то совершенно естественно, что я установил контакт с г-ном Био, у которого возникли некоторые сомнения относительно их достоверности. Ему было поручено доложить о них в Академии и он вызвал меня к себе для того, чтобы я повторил перед ним решающий опыт. Он передал мне паравинную кислоту, которая была очень тщательно изучена им ранее и которая, как он установил, была совершенно неактивна по отношению к поляризованному свету. Я приготовил в его присутствии двойную соль натрия и аммония, так как он желал, чтобы эта соль была получена в его лаборатории. Жидкость была оставлена и медленно испарялась в одном из его кабинетов. После того как в ней образовалось приблизительно от 30 до 40 г кристаллов, он попросил меня прийти в Коллеж де Франс для того, чтобы собрать и разделить в его присутствии, на основании кристаллографических особенностей, правые и левые кристаллы. Он попросил меня повторить ему еще раз, действительно ли я утверждаю, что кристаллы, которые я положу вправо от него, будут вращать плоскость поляризации вправо, а другие влево. Когда я закончил эту работу, он сказал мне, что остальное он сделает сам. Он приготовил растворы строго определенной концентрации и в момент исследования их в поляриметре пригласил меня снова в свой кабинет. Сначала он поместил в аппарат наиболее интересный раствор, вращающий плоскость поляризации влево. Даже не делая точного определения, лишь на основании оттенка двух изображений в анализаторе — обыкновенного и необыкновенного, он установил значительное вращение плоскости поляризации. Будучи очень взволнован, знаменитый старец взял меня за руку и сказал мне: *«Мое дорогое дитя, я всю свою жизнь так любил науку, что это заставляет сильнее биться мое сердце».*

Вы простите мне, господа, эти личные воспоминания, которые никогда не изгладятся из моей памяти. В наши дни, в силу наших привычек, о них избегают писать в научных статьях; но мне казалось, что в устном изложении будет уместно о них напомнить. Возможно, что биографический интерес подобных воспоминаний и явится одним из преимуществ лекций, которые начались с сегодняшнего дня в Химическом обществе.

К тому же это более чем личное воспоминание. К волнению ученого у г-на Био примешивалось скрытое удовлетворение увидеть, что его предвидения сбылись. В течение более 30 лет г-н Био напрасно старался убедить химиков в том, что изучение вращения плоскости поляризации является одним из наиболее верных способов углубления наших знаний о молекулярном строении химических веществ.

VI

Возвратимся к двум кислотам, которые дают два различных типа кристаллов, так неожиданно образовавшихся при кристаллизации двойной соли натрия и аммония паравинной кислоты. Нет ничего интереснее, как я уже сказал, чем исследование этих кислот.

Действительно, одна из них, полученная из правых гемиэдрических кристаллов двойной соли, вращает плоскость поляризации вправо. Она оказалась идентичной обычной винной кислоте. Другая, как и соль, из которой она была получена, вращает плоскость поляризации влево. Абсолютные значения угла вращения плоскости поляризации у этих кислот в точности совпадают. Вращение плоскости поляризации правой кислотой подчиняется особым законам, которые не были до сих пор установлены ни для одного оптически активного вещества. Левая кислота, следуя тем же законам, вращает плоскость поляризации в противоположном направлении, и мы не можем отметить между ними ни малейшей разницы.

Что паравинная кислота является действительно комбинацией эквивалентных количеств двух этих кислот, доказывает следующее: если мы смешаем, как это я делаю перед вами, одинаковые весовые количества довольно концентрированных растворов каждой из них, то соединение их происходит с выделением теплоты и жидкость,

вследствие обильной кристаллизации паравинной кислоты, идентичной естественной паравинной кислоте, немедленно затвердевает *.

Что касается их химических и кристаллографических свойств, то все, что можно сделать с одной из кислот, можно в тех же условиях повторить и с другой и во всех случаях получить идентичные соединения, но которые нельзя совместить одно с другим. Эти соединения так же похожи одно на другое, как правая рука похожа на левую руку. Одинаковые формы, такие же грани, такие же углы и гемиэдрия в обоих случаях. Единственное различие заключается в наклоне вправо или влево гемиэдрических граней и в направлении вращения плоскости поляризации.

VII

На основании этих результатов совершенно очевидно, что мы имеем дело с двумя изомерами, общие соотношения в сходстве и различии молекулярного строения которых нам известны.

Вспомните определение химического вида, которое я только что привел: это группа соединений, идентичных по своей *природе, составу и расположению* составляющих ее элементов. Все свойства химических соединений являются функцией этих трех факторов. И цель всех наших усилий заключается в том, чтобы экспериментальным путем подняться от свойства вещества к познанию этих трех факторов.

Изомерные соединения имеют одинаковую природу и одинаковый состав. Они различаются лишь по расположению элементов. Большое значение изомерия имеет потому, что она внесла в науку принцип, согласно которому химические вещества могут различаться и действительно очень различаются между собою лишь вследствие того, что расположение атомов в их молекуле неодинаково.

Но до сих пор не имелось изомеров, у которых соотношение между молекулярным строением было бы нам известно. Этот пробел впервые был заполнен благодаря открытию состава паравинной кислоты и соотношений в строении правой и левой винной кислот. Действительно, мы знаем, с одной стороны, что структура молекул двух винных кислот диссимметрична, и с другой, что молекулярные струк-

туры их совершенно одинаковы, за исключением единственного различия, заключающегося в том, что они обладают противоположной диссимметрией. Группируются ли атомы правой кислоты по завиткам спирали, закручивающейся слева направо, или они находятся на вершине неправильного тетраэдра, или же расположены по какой-либо другой определенной диссимметрической схеме? На эти вопросы мы ответить не можем. Но что не вызывает ни малейших сомнений, так это то, что атомы группируются в диссимметрическом порядке и дают зеркальное несовместимое изображение. Что является не менее достоверным, так это и то, что, по сравнению с группировкой атомов в правой кислоте, атомы левой кислоты образуют противоположную диссимметричную группировку. Наконец, мы знаем, что паравинная кислота образуется в результате соединения этих двух противоположно диссимметричных группировок атомов.

Поэтому выявление физических и химических сходств и различий, обусловленных этими молекулярными структурами, соотношения между которыми нам известны, представляет особый интерес и подводит прочную основу под молекулярную механику. Последняя позволяет нам установить связь, с одной стороны, между физическими и химическими свойствами и строением молекулы, которое обусловливает в свою очередь наличие этих свойств, и с другой позволяет нам подняться от свойств вещества к их первопричине.

Эти общие соотношения между свойствами вещества и соответствующим расположением атомов могут быть кратко изложены следующим образом:

1. Если элементарные атомы органических соединений группируются диссимметрически, то в кристаллической форме этого соединения молекулярная диссимметрия выявляется гемиэдрией, дающей несовместимые изображения.

Таким образом, причина гемиэдрии установлена.

2. Существование молекулярной диссимметрии выражается, кроме того, наличием свойства вращать плоскость поляризации.

Причина вращения плоскости поляризации также установлена [1].

[1] Френель в одном из своих гениальных высказываний, которых у него

3. В тех случаях, когда имеются два соединения с молекулярной диссимметрией противоположного характера и которые нельзя совместить одно с другим, как это наблюдается для двух винных кислот, правой и левой, и всех их производных, то химические свойства этих идентичных, но противоположных соединений в точности совпадают; отсюда вытекает, что эти различия и сходства в молекулярной структуре совершенно не изменяют обычное химическое сродство.

Я ошибаюсь: в отношении последнего пункта следует сделать ограничение, ограничение важное и чрезвычайно поучительное. Сегодня у меня не хватит времени для того, чтобы я мог изложить его с той полнотою, которой оно заслуживает. Это будет сделано на следующей лекции.

было так много, в известной степени предугадал причину вращения плоскости поляризации.

В своей работе, напечатанной в 28 томе «Annales de chimie et de physique» в 1825 г. (стр. 279), он пишет следующее: «В кристалле горного хрусталя наблюдаются оптические явления, которые нельзя согласовать с полным параллелизмом линий, по которым расположены молекулы. Эти явления как будто бы указывают на постепенные и постоянные отклонения этих линий при переходе от одного слоя среды к следующему».

ЛЕКЦИЯ ВТОРАЯ

I

Господа!

Если мы будем рассматривать форму и повторение идентичных частей в каких-либо материальных предметах, то мы сразу же увидим, что все эти предметы можно разделить на два больших класса, характеризующиеся следующими свойствами: одни, расположенные перед зеркалом, дают изображение, которое может быть с ними совмещено; изображение же других не может быть совмещено, несмотря на то, что оно в точности воспроизводит все их детали. Прямая лестница, стебель, несущий супротивно расположенные листья, куб, человеческое тело..., вот формы первого типа. Винтовая лестница, стебель с листьями, расположенными по спирали, винт, рука, неправильный тетраэдр..., вот формы, относящиеся ко второму типу. Эти последние не имеют плоскости симметрии.

Кроме того, мы знаем, что сложные соединения состоят из идентичных молекул, в свою очередь образующихся из элементарных атомов, расположенных согласно законам, которые обусловливают природу, состав и структуру молекулы. Мельчайшей единицей любого сложного тела является химическая молекула. Последняя состоит из групп атомов, но не из группы, образовавшейся случайно. Наоборот, атомы расположены в молекуле согласно строго определенному плану. Таковы представления всех физиков о строении материи.

Установив это, было бы несомненно весьма удивительно, если бы природа, столь многообразная в своих проявлениях, законы которой позволяют существовать столь большому количеству различных соединений, не позволила бы нам обнаружить в группах атомов

сложных молекул эти два типа, на которые распадаются все материальные предметы. Другими словами, было бы весьма удивительно, если бы среди всех естественных или искусственных химических соединений не было бы веществ с изображением, которое можно было бы совместить, и других, изображение которых совместить невозможно. Действительно, все происходит согласно естественным предположениям. Все химические соединения без исключения также распадаются на два класса: соединения, изображение которых можно совместить, и соединения, изображение которых совместить невозможно *.

II

Нетрудно установить, что это является закономерным обязательным следствием результатов, изложенных в нашей первой лекции. Для того чтобы это было более очевидно, я кратко напомню основные условия решающего опыта, которым мы закончили предыдущую лекцию.

Исходя из естественной паравинной кислоты, я приготовил двойную соль натрия и аммония паравинной кислоты. Это соединение выпадает в осадок в виде красивых кристаллов.

Если мы будем исследовать с помощью поляриметра растворы этой двойной соли любой концентрации, то мы убедимся, что они не вызывают ни малейшего вращения плоскости поляризации. Выделив из кристаллов содержащуюся в них кислоту, мы получим паравинную кислоту, идентичную кислоте, которая была использована для их приготовления. До этого момента все было очень просто и совершенно естественно и можно было бы думать, что дело идет о кристаллизации обычной соли. Однако это совершенно не так.

Возьмите другую порцию этих же кристаллов и исследуйте их один за другим. Вы обнаружите, что половина из них имеет форму, модель которой я представил здесь, характеризующуюся гемиэдрией, тогда как вторая половина кристаллов имеет идентичную, но противоположную во всех ее соответствующих частях форму и не может быть совмещена с первой. После этого разделим два сорта кристаллов для того, чтобы растворить кристаллы каждого типа по отдельности, и мы убедимся, что один из растворов вращает плоскость поля-

ризации вправо, другой — влево и что абсолютная величина отклонения для обоих растворов одинакова.

Наконец, если с помощью обычных химических методов из этих двух типов кристаллов мы выделим кислоты, то убедимся, что одна из них идентична обычной винной кислоте, тогда как другая сходна с нею во всех отношениях, но не может быть с ней совмещена. Между этими кислотами существуют такие же соотношения, как и между солями, из которых они были выделены. Они так же похожи одна на другую, как правая рука похожа на левую руку, или, еще лучше, как неправильные диссимметричные тетраэдры похожи один на другой. Подобные сходства и различия обнаруживаются и у всех их производных. Что можно сделать с одной из кислот, удается повторить в тех же условиях и с другой. Полученные соединения всегда обладают одинаковыми свойствами. Единственное различие заключается в том, что одно из этих соединений вращает плоскость поляризации вправо, тогда как другое отклоняет его влево. Кроме того, формы соответствующих соединений хотя и идентичны во всех своих деталях, но не могут быть совмещены одна с другой.

Все эти столь ясные, столь доказательные данные заставляют нас перенести общие внешние свойства этих кислот и их соединений на их отдельные химические молекулы. Отрицать это — значило бы не соглашаться с законами самой элементарной логики. Таким образом, мы приходим к следующим выводам:

1. Любая молекула винной кислоты диссимметрична, и диссимметрия эта такова, что изображение молекулы не может быть совмещено с ней.

2. Молекула левой винной кислоты состоит из группы атомов, расположенных противоположным образом. По каким признакам можем мы установить наличие молекулярной диссимметрии? С одной стороны, по несовместимой гемиэдрии, а с другой стороны, главным образом благодаря свойству вращать плоскость поляризации, когда вещество находится в растворенном состоянии.

Установив эти принципы, просмотрим все природные или полученные в лабораториях соединения, и мы легко убедимся, что значительное количество из них обладает одновременно подобного рода

гемиэдрией и свойством молекулярного вращения, тогда как все остальные не обладают ни одним из этих признаков.

Следовательно, у меня имелись основания говорить: закономерный и обязательный вывод нашего первого собеседования может быть выражен следующим образом: все вещества (я применяю в данном случае это выражение в его химическом значении) можно разделить на два больших класса: вещества, изображение которых может быть совмещено с ними, и вещества, изображение которых совместить невозможно; вещества с диссимметрическим расположением атомов и вещества с гомоэдрическим * расположением атомов.

III

Здесь мы встречаемся с фактом, который заслуживает серьезного внимания, если даже мы будем рассматривать его отдельно и изолированно от всех последующих рассуждений. Вот он.

Все искусственные соединения, полученные в лабораториях, и все минеральные соединения дают совместимое изображение. Наоборот, большинство природных органических соединений (я сказал бы даже все органические соединения, если бы я говорил лишь о тех, которые играют основную роль в явлениях жизни животных и растений), все вещества, играющие основную роль в жизненных процессах, являются диссимметрическими. В результате диссимметрии изображение их несовместимо.

Прежде чем идти далее, я хочу отклонить некоторые возражения, которые не могут не возникнуть в вашем уме.

IV

Сразу же вы спросите: а кварц? Мы видели на последней лекции, что кварц обладает двумя особенностями диссимметрии — гемиэдрической формой кристаллов, что было установлено Гаюи, и способностью отклонять плоскость поляризованного света, как это было доказано Араго! Однако никакой *молекулярной* диссимметрии у кварца нет. Для того чтобы понять это, необходимо несколько углубить наши представления о явлениях, которыми мы занимаемся. Благодаря этому мы найдем объяснение вышеуказанным различиям и

сходству между кварцем и естественными органическими соединениями.

Позвольте мне изобразить вам, хотя и схематично, но в действительности довольно точно, структуру кварца и структуру природных органических соединений. Представьте себе винтовую лестницу, ступенями которой являются кубы, или какие-либо другие предметы, обладающие совместимым изображением. Разрушьте лестницу, и диссимметрия исчезнет. Диссимметрия лестницы являлась лишь результатом расположения составляющих ее ступеней. Таков кварц. Кристалл кварца — это построенная лестница. Он обладает гемиэдрией. Благодаря этому кристалл кварца вращает плоскость поляризации. Но если кристалл растворится, расплавится, если его физическая структура будет разрушена каким-либо образом, то диссимметрия исчезнет, а вместе с ней и действие на поляризованный свет. Подобное явление происходит, например, при растворении квасцов, когда в жидкости, содержащей молекулы кубической структуры, последние располагаются без какого-либо порядка.

Наоборот, представьте себе подобную же винтовую лестницу, ступенями которой являются неправильные тетраэдры. Разрушьте лестницу и диссимметрия все же сохранится, потому что в этом случае вы имеете дело с массой тетраэдров. Они могут располагаться любым образом, но тем не менее каждый из них обладает своей собственной диссимметрией. Таковы органические вещества, в которых все молекулы диссимметричны сами по себе, что находит свое выражение и в форме кристаллов. Когда при растворении кристалл разрушается, то в результате образуется раствор, вращающий плоскость поляризации, потому что хотя он и состоит из расположенных в беспорядке молекул, но каждая из них диссимметрична в определенном направлении, иначе говоря интенсивность диссимметрии одинакова во всех направлениях.

V

Следовательно, молекула кварца не диссимметрична, и на сегодняшний день мы не знаем ни одного минерала, обладающего молекулярной диссимметрией. Я говорил, что это положение следовало

бы распространить и на соединения, полученные искусственным путем в лабораториях. Но в данном случае могут возникнуть некоторые сомнения. Можно было бы возразить, например, что из натуральной камфары, которая диссимметрична, можно получить искусственным путем диссимметричную камфарную кислоту; что аспарагиновая кислота, получаемая в лабораториях из аспарагина, диссимметрична, как и аспарагин. Я мог бы привести много других подобных примеров. но едва ли у кого-либо могут возникнуть сомнения в том, что диссимметрия, свойственная камфарной и аспарагиновой кислотам, принадлежит камфаре и аспарагину. Диссимметрия существовала в исходных продуктах и она передалась их производным в более или менее измененном виде вследствие превращения исходных продуктов. Мы вообще не можем привести лучших доказательств сохранения исходной структуры в серии соединений, имеющих общее происхождение, чем сохранение оптических свойств.

Когда я утверждаю, что ни одно из искусственно полученных соединений не обладает молекулярной диссимметрией, я подразумеваю действительно искусственно полученные соединения, созданные исключительно за счет минеральных элементов или образующихся из соединений, лишенных диссимметрии *. Пример: спирт не обладает диссимметрией. Если бы мы могли изолировать и изучить перед зеркалом молекулу спирта, то мы убедились бы в том, что полученное изображение можно совместить с ней. Поэтому ни одно из производных спирта не обладает диссимметрией. Я мог бы увеличить до бесконечности число аналогичных примеров. Более того, возьмите любое диссимметрическое соединение. Если вы подвергнете его воздействию довольно энергичных химических реакций, то вы можете быть уверены, что диссимметрия первоначальной группировки исчезнет. Так винная кислота диссимметрична. Пировинная кислота ** этим свойством не обладает. Яблочная кислота диссимметрична. Малеиновая, парамалеиновая кислоты г-на Пелуза этим свойством более не обладают. Камедь диссимметрична, слизевая кислота потеряла это свойство. Следовательно, искусственные соединения лишены молекулярной диссимметрии; и я не могу провести более глубокого различия между соединениями, образовавшимися под влиянием жизни и всеми

другими. Продолжим это рассмотрение, потому что по мере изложения этой лекции вы все больше и больше убедитесь в значении этих исследований для физиологии. Просмотрим последовательно основные классы природных органических соединений.

Клетчатка, крахмал, камедь, сахара..., винная, яблочная, хинная, танниновая кислоты..., морфин, хинин, стрихнин, бруцин..., скипидар, лимонная эссенция..., белок, фибрин, желатина. Все эти соединения обладают молекулярной диссимметрией. Все эти вещества в растворенном состоянии вращают плоскость поляризации. Это является необходимым и достаточным признаком для того, чтобы мы могли установить наличие у них диссимметрии, даже в тех случаях, когда в силу отсутствия возможности кристаллизации, выявить гемиэдрию для установления этого свойства невозможно.

В этом перечне содержатся все наиболее важные вещества растительных и животных организмов.

Существует немало естественных соединений, не обладающих диссимметрией. Но являются ли они столь же натуральными, как и другие? Не следует ли рассматривать соединения, подобные щавелевой кислоте, альдегиду салициловой кислоты, фумаровой кислоте..., как производные естественных соединений в точном смысле этого слова, образовавшиеся под воздействиями, аналогичными тем, которые используются и в лабораториях? Мне кажется, что эти вещества растительных организмов соответствуют мочевине, мочевой кислоте, креатину, гликоколу животных организмов. Они являются скорее продуктами экскреции, если можно так выразиться, чем продуктами секреции. Было бы очень интересно проверить это предположение опытным путем.

Добавим еще, что многие вещества, на первый взгляд не обладающие диссимметрией, могут принадлежать в действительности к соединениям типа *паравинной кислоты*. На языке химиков не имеется еще даже термина для обозначения явления двойной молекулярной диссимметрии, скрытой в результате нейтрализации двух противоположных диссимметрий, физические и геометрические свойства которых в точности компенсируются.

Два положения, к которым мы пришли относительно постоянной диссимметрии важнейших органических соединений, и отсутствия ее у всех соединений неживой природы позволят нам расширить и уточнить еще более наши взгляды на это удивительное свойство молекул.

VI

В 1850 г. г-н Дессень, необычайная изобретательность которого хорошо известна всем химикам, доложил Академии, что ему удалось превратить кислый яблочнокислый аммоний в аспарагиновую кислоту. Это явилось дальнейшим шагом вперед, который подтвердил важные результаты, полученные несколько лет тому назад г-ном Пирия. Г-ну Пирия удалось превратить аспарагин и аспарагиновую кислоту в яблочную кислоту. В свою очередь г-н Дессень доказал, наоборот, что, исходя из яблочной кислоты, мы можем вернуться к аспарагиновой кислоте.

До этого момента в наблюдении г-на Дессеня нет ничего необычного даже с оптической точки зрения, так как со своей стороны я установил, что аспарагин, аспарагиновая и яблочная кислоты активны по отношению к поляризованному свету. В химическом превращении одного из этих веществ в другие не было ничего, что могло бы нас поразить.

Несколько месяцев спустя г-н Дессень сделал новый шаг вперед. Он заявил, что не только кислый, виннокислый аммоний, но также фумаровокислый и малеиновокислый аммоний обладают свойством превращаться под влиянием теплоты в аспарагиновую кислоту.

Это я считал невозможным. Если же утверждения г-на Дессеня были правильны, то этот искусный химик сделал открытие, о важности которого он даже не подозревал. Действительно, я установил, что фумаровая, малеиновая кислоты и все их соли не оказывали никакого действия на поляризованный свет. Следовательно, если г-ну Дессеню удалось превратить их аммонийные соли в аспарагиновую кислоту, то он первый получил диссимметрическое вещество, исходя из соединений, не обладающих этим свойством.

Но мне казалось более вероятным, что аспарагиновая кислота г-на Дессеня отличалась от естественной аспарагиновой кислоты по

отсутствию способности вращать плоскость поляризации. Правда, г-н Дессень провел тщательное сравнение свойств искусственной кислоты со свойствами естественной кислоты и нашел, что они оказались идентичными. Лучше кого-либо иного, на примере г-на Митчерлиха, о чем я говорил на последнем заседании, я знал, насколько опасно говорить об идентичности химических веществ в исследованиях, в которых за очень большим сходством свойств часто скрываются глубокие различия. У меня не было никаких сомнений в том, что новые данные, о которых доложил г-н Дессень, нуждаются в подтверждении.

Я придавал такое большое значение разрешению этого вопроса, что в предчувствии результатов, о которых я буду иметь честь вам доложить, я немедленно отправился в Вандом, где я познакомил г-на Дессеня с моими опасениями. Последний поспешил передать мне часть полученной им аспарагиновой кислоты. После возвращения в Париж я действительно установил, что кислота г-на Дессеня явилась лишь изомером естественной аспарагиновой кислоты, иначе говоря, кислоты, получаемой из аспарагина, и что она отличалась от последней, как я это предугадывал, полным отсутствием оптической активности, наличие которой в естественной кислоте не вызывает никаких сомнений. Но все другие физические и химические свойства были очень сходны, настолько сходны, что г-н Дессень, которого никакая предвзятая идея не призывала к осторожности, делал вывод о действительной идентичности этих двух соединений.

Что меня больше всего интересовало при исследовании нового соединения (которое само по себе не образовывало сколько-нибудь интересных кристаллических соединений), так это его превращение в яблочную кислоту. Действительно, мы знаем, что г-н Пирия, как это я только что напомнил, уже давно разработал способ перехода от аспарагина и аспарагиновой кислоты к яблочной кислоте. С помощью наиболее точных доказательств я убедился в том, что полученная таким образом яблочная кислота идентична кислоте, выделенной из рябины, яблок, винограда и табака.

Я применил к новой кислоте способ, разработанный г-ном Пирия. Мне действительно удалось превратить ее в новую яблочную кислоту,

очень похожую на натуральную кислоту, настолько близкую к последней, что химик, будучи даже предупрежден об их действительном различии, мог бы с трудом их отличить одну от другой. Однако эта яблочная кислота не оказывала никакого действия на поляризованный свет, и то же самое наблюдалось и со всеми ее солями.

При сравнении некоторых производных этих двух яблочных кислот мы не можем отчетливо выявить различия, обусловленные действительно особенностями молекулярной структуры этих любопытных изомеров; но существуют другие производные, у которых эти различия выступают очень отчетливо. Возьмем, например, обычный оптически активный кислый яблочнокислый кальций и соответствующий ему оптически неактивный кислый яблочнокислый кальций. Их химический состав идентичен, одинакова и форма их кристаллов, за исключением того, что кристаллы оптически активного изомера имеют четыре маленькие гемиэдрические грани, которые никогда нельзя обнаружить в кристаллах оптически неактивного изомера. Отсюда вытекает, что кристалл оптически активного изомера, помещенный перед зеркалом, даст изображение, которое не может быть совмещено с ним, тогда как изображение кристалла оптически неактивного изомера совершенно идентично оригиналу и может быть совмещено с предметом, который его дает. Но как бы то ни было, за исключением гемиэдрических граней, кристаллы обоих типов совершенно сходны между собой.

Какие могут быть сомнения после этого относительно взаимоотношений молекулярного строения этих двух солей? Не ясно ли, что мы имеем дело здесь с яблочной кислотой, идентичной натуральной кислоте, за исключением того, что молекулярная диссимметрия у этого соединения исчезла.

Это раскрученная натуральная яблочная кислота, если я могу так выразиться. Натуральная кислота по расположению своих этапов,— это винтовая лестница, тогда как новая кислота такая же лестница, состоящая из таких же ступенек, но не спиральная, а прямая.

Можно задать себе вопрос: не принадлежит ли новая яблочная кислота к типу паравинной кислоты, иначе говоря, не является ли

она соединением правой и левой яблочных кислот? Это очень мало вероятно, так как иначе это означало бы, что за счет оптически неактивного вещества было получено не одно оптически активное соединение, а два изомера — правый и левый.

К тому же я установил, что, подобно тому, как существует оптически неактивная яблочная кислота, лишенная диссимметрии, существует и оптически неактивная винная кислота, лишенная диссимметрии, которая не может быть разделена на правую винную кислоту и на левую винную кислоту и сильно отличается от паравинной кислоты. Не может быть никаких сомнений в том, что в данном случае мы имеем дело с правой или левой винной кислотой, которая перестала быть диссимметричной.

Я также открыл оптически неактивный амиловый спирт, из которого можно получить целую серию оптически неактивных производных, соответствующих серии производных оптически активного амилового спирта.

Таким образом, благодаря открытию оптически неактивных соединений, у нас возникла плодотворная идея: вещество может быть диссимметричным, правым или левым. Благодаря тем или иным способам изомерического превращения, которые необходимо установить в каждом отдельном случае, вещество может потерять свою молекулярную диссимметрию. Используя грубое образное выражение, оно сможет раскрутиться и придать своим атомам такое расположение, которое дает совмещающееся изображение. Таким образом, каждое асимметрическое соединение может существовать в виде четырех разновидностей или, лучше сказать, в виде четырех различных подвидов: правый изомер, левый изомер, соединение правого и левого изомеров и вещество, которое не является ни правым, ни левым изомером и которое не образовалось за счет соединения правого и левого изомеров.

VII

Этот общий вывод из вышеизложенных исследований по-новому освещает наше представление о молекулярной механике. Мы видим, что если естественные соединения, организующиеся под влиянием

растительной жизни, в отличие от минеральных и искусственных соединений, являются обычно диссимметрическими, то подобное расположение элементарных частиц не является еще обязательным условием существования молекулы. Закрученные органические группировки могут раскручиваться и приобретать таким образом обычные свойства минеральных или искусственно полученных соединений. В свою очередь, мне представляется логичным предположение, что последние соединения могут приобретать диссимметрическое расположение атомов наподобие естественных соединений. Условия подобных превращений еще не известны.

При последнем анализе и для того, чтобы подвести итог всему вышеизложенному, мы можем сказать, что группы элементарных атомов, составляющих сложные соединения, могут приобретать две различные формы, соответствующие двум общим типам, на которые можно распределить все материальные предметы. Форма одной группы атомов дает изображение, которое может быть совмещено с ней, а другая форма дает изображение, которое не может быть с ней совмещено. Однако последний тип распадается на два подтипа потому, что форма, имеющая противоположное расположение атомов, может существовать с таким же правом, как и первая. Следует добавить случай ассоциации этих двух последних противоположных типов, что напоминает соединение парами идентичных, но не могущих быть совмещенными друг с другом, конечностей высших животных. Таким образом, в действительности для групп атомов, образующих материю, может существовать четыре очень различных расположения. Все наши усилия должны быть направлены на воспроизведение их в каждом отдельном случае.

Почти все эти рассуждения настолько точны, что невозможно взять их под сомнение.

Зная, а мы это действительно знаем, значение правовращающей и левовращающей способности, можем ли мы сомневаться, что любое правое соединение должно иметь свой левый антипод? Это было бы равносильно сомнению в том, что неправильный тетраэдр может иметь обратную форму, что могут существовать винты с правой и левой нарезками, что правая рука имеет свой левый двойник.

Поэтому, если бы таинственные силы, обусловливающие диссимметрию естественных соединений, изменили бы свое значение, или направление, то диссимметрия составных элементов всех живых существ приняла бы противоположное значение. Перед нами, может быть, возник бы новый мир. Кто может представить себе организацию живых существ, если бы клетчатка из правой превратилась в левую, если бы белок крови из левого превратился в правый? Здесь заложены тайны, которые потребуют в дальнейшем огромной работы и уже сегодня призывают к самым серьезным научным размышлениям.

VIII

Однако химия до сих пор оказывалась бессильна в приготовлении диссимметрических соединений, поэтому можно было опасаться, что мы никогда не узнаем способ приготовления оптически противоположных изомеров натуральных органических веществ. К счастью, эти опасения преувеличены. Действительно, я установил, что, применяя обычные для химии средства, как, например, воздействие теплоты, мы можем превратить правое соединение в левое и наоборот. Так, например, нагревая правую винную кислоту и соблюдая при этом некоторые определенные условия, описание которых заняло бы здесь слишком много времени, последнюю превращают в левую винную кислоту или, точнее, в паравинную кислоту. И наоборот, в тех же самых условиях левая винная кислота превращается в правую.

Вот 10 или 12 г совершенно чистой левой винной кислоты, которая была получена таким образом. Ее приготовление потребовало от меня больших усилий. Но г-ну Био очень хотелось изучить особенности дисперсии света в этой левой винной кислоте, столь замечательной по своему происхождению. Он хотел взять все расходы по приготовлению на себя, расходы весьма значительные, так как это превращение основывается на использовании виннокислого цинхонина или хинина. Основание при этом теряется потому, что виннокислая соль должна быть нагрета до температуры, при которой оно разрушается.

Этим способом я приготовил достаточно паравинной кислоты для того, чтобы выделить из нее 12 г левой винной кислоты. Последняя

обладает такими же оптическими свойствами, но противоположного значения, что и винная кислота *.

Любое аналогичное превращение натурального асимметрического соединения в его оптически противоположный изомер мы всегда должны расценивать как значительный прогресс органической химии.

IX

Заканчивая первую лекцию, я напомнил о наблюдениях, которым теперь следует уделить очень большое внимание, как они этого и заслуживают. Эти наблюдения касаются сравнения физических и химических свойств соответствующих правых и левых изомеров. Я уже подчеркивал полную идентичность всех их свойств, за исключением инверсии их кристаллических форм и вращения в противоположных направлениях плоскости поляризации. Внешний вид, блеск кристаллов, растворимость, удельный вес, простое или двойное преломление света — все эти свойства не только похожи, сходны или очень близки, но совершенно идентичны в наиболее строгом смысле этого слова.

Эта идентичность тем более поразительна, что, как мы увидим далее, когда эти вещества находятся в особых специальных условиях, которые я укажу, идентичность сменяется общим и значительным различием в свойствах этих веществ.

Мы установили, что все химические соединения натуральные или искусственно полученные, минеральные или органические следует разделить на два класса: соединения, не обладающие диссимметрией, с совместимым изображением, и соединения диссимметрические — с несовместимым изображением.

Установив это, следует сказать, что идентичность свойств, о которой я говорил, для двух винных кислот и их аналогичных производных выявляется с абсолютным постоянством, о котором я уже упоминал несколько раз, когда эти соединения находятся в присутствии любого вещества из класса соединений с совместимым изображением, как, например, калий, натрий, аммиак, кальций, барий, анилин..., спирт, эфиры... — одним словом, в присутствии любого соединения, не обладающего диссимметрией и гемиэдрической формой, не оказы-

вающего влияние на поляризованный свет. Наоборот, все немедленно изменяется, когда их подвергают воздействию соединений второго класса, дающих изображение, которое нельзя совместить, иначе говоря, соединений диссимметрических, как аспарагин, хинин, стрихнин, бруцин, белок, сахар и т. д. Растворимость более неодинакова. Если же при этом образуются новые соединения, то форма кристаллов, удельный вес, количество кристаллизационной воды, более или менее быстрое разрушение под влиянием нагревания — все эти свойства вновь образовавшихся соединений будут различны в такой же степени, в какой отличаются между собою эти свойства у наиболее отдаленных между собою изомеров.

Таким образом, молекулярная диссимметрия соединений является в химии мощным модификатором химического сродства. В отношении двух изомеров винной кислоты хинин ведет себя совершенно иначе, чем калий, лишь только потому, что хинин диссимметричен, а калий не обладает этим свойством. Поэтому молекулярная диссимметрия в силу лишь своей диссимметрии может вызвать изменение химического сродства. Я считаю, что ни одно из других открытий не позволяет проникнуть так глубоко в понимание механики соединений.

Попробуем представить себе причину этой идентичности и этих различий. Предположим, что винт с правой резьбой и винт с левой резьбой проникают по отдельности в идентичные куски дерева с отверстиями без нарезки. Все механические условия двух систем будут одинаковы. Различия обнаружатся, когда эти два винта попробуют ввинтить в отверстия деревянного блока, имеющие нарезки в одном или в противоположном направлении.

X

Вот очень интересное применение изложенных мною данных.

Наблюдая, что правые и левые винные кислоты образуют очень различные соединения в зависимости лишь от оптических свойств основания, мы можем предположить, что эти различия являются выражением химических сил, способных уравновесить взаимное сродство этих двух кислот, и благодаря этому нам удастся найти

химический способ разделения двух изомеров паравинной кислоты. Я долго и безуспешно работал в этом направлении. Наконец, мне удалось достичь этого с помощью двух новых оснований: хиницина и синхоницина, которые являются изомерами хинина и цинхонина. Я очень легко получил их без малейших потерь из двух последних соединений.

Насыщая основание, я приготовил паравиннокислую соль синхоницина. Затем, добавляя необходимое количество кислоты для нейтрализации раствора, я вызвал кристаллизацию. Первые кристаллы состояли из совершенно чистой левой виннокислой соли синхоницина. Правая виннокислая соль, будучи более растворимой, еще оставалась в растворе. Несколько позднее она выкристаллизовалась в свою очередь в несколько ином виде, потому что эта форма ее кристаллов отличается от формы кристаллов левой соли. Можно было бы подумать, что при этом происходит кристаллизация двух очень различных неодинаково растворимых солей.

XI

Но различия в свойствах соответствующих правых и левых соединений, когда последние подвергаются воздействию диссимметрических сил, представляют, мне кажется, очень большой интерес благодаря идеям, которые они вызывают у нас о таинственных причинах, обусловливающих диссимметрическое расположение атомов в натуральных органических соединениях. Каким образом возникает эта диссимметрия? Почему возникает определенная диссимметрия, а не противоположная ей?

Возвратитесь мысленно вместе со мной к эпохе, когда я установил абсолютную идентичность физических и химических свойств соответствующих правых и левых соединений. В это время у меня не было ни малейшего представления, ни малейшего подозрения о возможности различий между этими соединениями. Я действительно установил их сходство и их различия лишь через несколько лет.

Я не мог себе представить, каким образом природа могла создавать правое соединение, не создавая одновременно левого, так как те же самые силы, действующие в момент создания молекулы правой

винной кислоты, должны были бы, мне казалось, привести к образованию левой молекулы, в результате чего образовались бы лишь соединения типа *паравинной кислоты.*

Почему лишь только правые или левые изомеры? Почему не соединения, лишенные диссимметрии, подобные соединениям неживой природы?

Несомненно имеются причины, обусловливающие эти удивительные проявления молекулярных сил. Без сомнения, точное определение их представляет большие трудности. Но мне кажется, я не ошибаюсь, говоря, что нам известна одна из их основных особенностей. Не является ли необходимым и достаточным предположение, что в момент образования в растительном организме различных соединений в наличии имеется диссимметрическая сила? В самом деле, как только что указывалось, правые молекулы отличаются от подобных им левых молекул лишь в одном случае, а именно, когда они подвергаются воздействиям диссимметрического характера.

Эти диссимметрические воздействия, может быть, находятся под космическим влиянием, обусловливаются светом, электричеством, магнитными силами или теплотою? Находятся ли они в зависимости от движения Земли или электричества, с помощью которых физики объясняют существование магнитных полюсов Земли? В настоящее время мы не можем высказать по этому поводу ни малейших догадок.

Но я считаю необходимым сделать вывод о наличии диссимметрических сил в момент образования органических натуральных соединений, сил, которые отсутствуют или не оказывают никакого влияния на реакции, происходящие в наших лабораториях, или благодаря кратковременности этих реакций, или же вследствие каких-то других неизвестных нам причин.

XII

Наконец, мы приходим к последнему опыту, представляющему не меньший интерес, чем любой из предшествующих, потому что он доказывает с большой очевидностью влияние диссимметрии на явления жизни. Мы уже видели несколько выше, что диссимметрия играет роль модификатора химического сродства. Но дело касалось

реакций чисто минеральных, искусственных, а хорошо известно, какую осторожность необходимо соблюдать при переносе на явления жизни результатов, полученных в лаборатории. Поэтому я почти полностью придерживался взглядов, изложенных в этой лекции, до момента, пока я самым достоверным образом не установил, что молекулярная диссимметрия является модификатором химического сродства не только в реакциях неживой природы, но и в реакциях физиологического типа, какими являются брожения.

Вот в чем заключается замечательное явление, о котором я говорю.

Благодаря наблюдениям одного из фабрикантов химических реактивов в Германии, уже давно известно, что плохо очищенный виннокислый кальций, приготовленный на фабриках, загрязненный органическими веществами и оставленный летом в воде, может бродить и дать начало образованию различных соединений.

После того как это было установлено, я вызвал брожение обычной правой виннокислой соли аммония следующим образом: я взял очень чистую кристаллическую соль, растворил ее и добавил к жидкости очень прозрачный раствор белковых веществ. На 100 г виннокислой соли достаточно добавить 1 г сухих белковых веществ. Очень часто в жидкости, поставленной в термостат, начинается спонтанное брожение. Я говорю «очень часто», но можно добавить, что брожение всегда начинается, если мы добавим к свежей жидкости очень небольшое количество одной из жидкостей такого же состава, в которой уже удалось вызвать спонтанное брожение.

До этого момента во всем этом нет ничего удивительного; виннокислая соль сбраживается. Факт этот уже известен.

Но подвергнем аналогичному сбраживанию паравинную соль аммония. В вышеуказанных условиях она начнет бродить. Оседают точно такие же дрожжи. На первый взгляд все происходит в точности таким же образом, как и в случае соли правой винной кислоты. Однако если мы будем следить за развитием процесса с помощью поляриметра, то мы быстро установим глубокие различия между этими двумя процессами. Жидкость, вначале оптически неактивная, начинает сильно вращать плоскость поляризации влево. Это отклонение постепенно увеличивается и достигает определенного максимума.

В этот момент брожение прекращается. В жидкости более не удается обнаружить даже следов правой кислоты. В упаренной жидкости, смешанной с равным объемом спирта, немедленно происходит интенсивная кристаллизация левого виннокислого аммония.

С самого начала в этом явлении можно установить наличие двух различных процессов: как и во всех истинных брожениях, здесь имеется вещество, которое подвергается химическим превращениям, и в связи с этим наблюдается образование растительных организмов, похожих на микодерму. С другой стороны, а это как раз в настоящий момент и представляет наибольший интерес, дрожжи, сбраживающие правую соль, не разлагают левую, несмотря па абсолютную идентичность физических и химических свойств правого и левого изомеров виннокислого аммония, до тех пор пока они не подвергаются диссимметрическим воздействиям.

Вот пример молекулярной диссимметрии, свойственной органическим веществам, принимающей участие в явлениях физиологического порядка. Диссимметрия выступает и здесь как модификатор химического сродства. Не может быть ни малейших сомнений в том, что в данном случае характер диссимметрии, свойственный строению молекулы левой винной кислоты, является единственной исключительной причиной отличия сбраживаемости левой и правой кислот.

Таким образом, в рассуждения и физиологические исследования проникла идея о влиянии молекулярной диссимметрии естественных органических соединений, возникло представление о факторе, имеющем очень большое значение и обусловливающим в настоящее время, может быть, единственное, отчетливо выраженное различие, которое мы можем обнаружить между химией неживой природы и химией живой природы.

XIII

Таково, господа, общее содержание исследований, которые мне поручено было вам изложить.

Вы поняли, слушая мое изложение, почему я озаглавил мои лекции: *«О молекулярной диссимметрии естественных органических*

соединений». Действительно, мы создали теорию молекулярной диссимметрии, один из наиболее возвышенных и совершенно непредвиденных разделов науки, который открывает перед физиологией новые, еще отдаленные, но совершенно очевидные перспективы.

Я высказываю подобное суждение о результатах моих собственных исследований, но к моей мысли не примешивается какое-либо чувство удовлетворения самолюбия создателя новой теории. Да избавит нас бог, чтобы на этой кафедре могли появиться себялюбивые и эгоистичные люди!

Здесь мы будем последовательно писать как бы страницы истории химии с чувством достоинства, которое всегда вызывает истинная любовь к науке.

СТАТЬЯ О ТАК НАЗЫВАЕМОМ МОЛОЧНОКИСЛОМ БРОЖЕНИИ*

I. ПРЕДИСЛОВИЕ

Я считаю, что необходимо в нескольких словах объяснить, почему я начал заниматься исследованиями брожений. До сих пор все мои усилия были направлены на установление связей, существующих между химическими, оптическими и кристаллографическими свойствами некоторых соединений, с тем чтобы выяснить их молекулярную структуру. То, что я начал изучение вопроса физиологической химии очень далекого, на первый взгляд, от моих прежних исследований, может вызвать некоторое удивление. Тем не менее он связан с моими прежними исследованиями самым непосредственным образом.

В одном из моих последних сообщений в Академии **, в противоположность господствующим мнениям, я установил, что амиловый спирт является смесью, состоящей из двух различных изомеров. Один из них отклоняет плоскость поляризованного света влево, другой же не оказывает на нее никакого влияния. Свойства этих спиртов чрезвычайно близки между собой. Эти спирты представляют особый интерес для того направления, в котором ведутся мои исследования, так как они являются первым исключением из закона о связи гемиэдрии с явлениями молекулярного вращения плоскости поляризации света. Поэтому я решил провести углубленное изучение этих двух амиловых спиртов, определить, если это возможно, причины их одновременного образования и их истинное происхождение, по поводу которого некоторые из моих предвзятых идей не позволяли мне разделить общепринятого мнения. Мне кажется, что молекулярная

структура сахаров очень отличается от молекулярной структуры амилового спирта. Если бы оптически активный спирт образовался за счет сахара, как предполагают все химики, то его оптические свойства определялись бы оптическими свойствами сахара. На современном этапе наших знаний я не могу этому поверить, потому что при любой попытке проследить способность отклонять плоскость поляризации у производных определенного соединения, мы убеждаемся, что эта способность быстро исчезает. Для того чтобы производное осталось оптически активным, необходимо, чтобы исходная молекулярная структура сохранилась в нем без существенных изменений. Мои исследования позволяют предусмотреть эти результаты, потому что оптические свойства полностью обусловливаются диссимметрическим расположением атомов в молекуле. Однако мне кажется, что молекулярная структура амилового спирта настолько отличается от молекулярной структуры сахара, что если этот спирт и являлся бы действительно производным сахара, то едва ли в его молекуле могло сохраниться диссимметрическое расположение атомов молекулы сахара. Я повторяю, что это предвзятые идеи. Однако этого было вполне достаточно для того, чтобы я решил изучить, какое влияние оказывает фермент на образование двух амиловых спиртов. В процессе брожения постоянно наблюдается образование амиловых спиртов, и это служит лишним поводом для продолжения исследований, направленных на разрешение вышеуказанных вопросов. Действительно, я должен признаться, что руководящей идеей моих исследований в течение длительного времени являлась идея, что структура соединений, рассматриваемая с точки зрения наличия молекулярной диссимметрии или ее отсутствия, что в сущности является тем же самым, играет значительную роль в наиболее важных законах организации живых существ и определяет их наиболее скрытые физиологические свойства *.

Таковы были причины и соображения, которыми я руководствовался при постановке новых опытов по брожению. Но, как это часто происходит в подобных случаях, моя работа постепенно расширялась и отклонилась от первоначального направления; поэтому результаты, которые я публикую сегодня, кажутся весьма далекими от моих

предыдущих исследований. Связь между ними выступает с большей очевидностью в моих последующих исследованиях. Я надеюсь, что в будущем мне удастся связать явления брожения с характером молекулярной диссимметрии, свойственной органическим веществам *.

II. ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Молочная кислота была открыта Шееле в 1780 г. в сыворотке скисшего молока. Способ выделения этого вещества, предложенный Шееле, и на сегодняшний день остается лучшим [1]. Буйон-Лагранж и многие другие исследователи, благодаря неточным исследованиям, лишь запутали изучение ее свойств, и это явилось причиной того, что в 1813 г. Браконно описал молочную кислоту Шееле как новое соединение под удивительным названием: кислота Нанси или нансийская кислота. Как бы то ни было, работа Браконно является одной из лучших среди многочисленных статей, посвященных этой кислоте. Он обнаружил ее в рисе, бродящем в воде, в свекловичном соке, который после слизистого и слабого спиртового брожения прокисает и образует молочную кислоту и маннит, в прокипяченной фасоли и горохе, бродящих в воде, в водяной вытяжке из хлебных дрожжей, наконец, в кислом молоке и в молочной кислоте Шееле [2].

[1] Сначала молочную сыворотку упаривают до $1/8$ ее исходного объема. После этого ее фильтруют и насыщают известью для осаждения фосфорнокислого кальция. Профильтрованная жидкость разводится в воде, количество которой в три раза превышает вес раствора. К разведенному раствору добавляют по каплям щавелевую кислоту для осаждения кальция. Затем жидкость упаривают до консистенции меда. Сгущенную кислоту вновь растворяют в очищенном спирте, это позволяет удалить молочный сахар и многие другие посторонние вещества. Затем спирт отгоняют. (Bouillon-Lagrange. Annales de chimie, an XII, t. 50, p. 288; на основании работы Шееле «Mémoire sur le lait ou son acide, ou acide galactique» в Mémoires de chimie Dijon et Paris» 1785, Seconde partie, p. 51—68.

[2] Braconnot (Expériences sur un acide particulier qui se développe dans les matières acescents). Annales de chimie, t. 86, 1813, p. 84—100; Vogel (Note sur la formation de l'acide lactique pendant la fermentation). Journal de pharmacie, t. 3, 1817, p. 491—493; Berzelius (Sur l'acide lactique) Annales de chimie et de physique, t. 46, 1846, p. 420—428,— установили, что молочная кислота является совершенно особым соединением.

Состав молочной кислоты был установлен г.г. Пелузом и Ж. Гей-Люссаком в 1833 г.[3] Позднее, в 1841 г., г. Фреми и Бутрон[4] опубликовали работу, заслуживающую специального упоминания в историческом обзоре, посвященном этому соединению, потому что они указывают, каким образом можно продлить действие органических азотистых соединений на сахара, чтобы вызвать более полное превращение последних в молочную кислоту. Они установили, что действие этих веществ приостанавливается под влиянием самой молочной кислоты, и, насыщая время от времени жидкость двууглекислой содой, им удалось превратить весь сахар, содержащийся в молоке, в молочную кислоту. Г.г. Пелуз и Желис сделали еще лучше: они добавили мел к воде, содержащей сахар и фермент *. Мел обеспечивает постоянное поддержание нейтральной реакции без какого-либо контроля со стороны экспериментатора. Повторяя затем опыты Браконно и применяя методику опытов г-на Колена, касающихся спиртового брожения, им удалось показать, что брожение сахара с *образованием молочной кислоты можно* производить с помощью любых пластических азотистых соединений. Таким образом, химики изучили экспериментальные методы выделения и условия образования молочной кислоты. В настоящее время общеизвестно, что, добавляя к воде, содержащей сахар, мел и азотистые соединения, такие, как сгусток свернувшегося молока, клейковину, животные мембраны, фибрин, альбумин и т. д., можно превратить сахар в молочную кислоту. Однако объяснение этих явлений наталкивается на очень большие трудности. Совершенно неизвестно, каким образом действуют азотистые пластические вещества. Вес их остается более или менее неизменным. Они не гниют. Однако они изменяются и беспрерывно находятся в состоянии совершенно очевидных преобразований, хотя трудно сказать, в чем эти преобразования заключаются. До настоящего времени тщательные исследования не позволили установить развитие живых организ-

---

[3] Gay-Lussac et Pelouze (Sur l'acide lactique). Annales de chimie et de physique, 2-e sér., t. 52, 1833, p. 410—424.

[4] Boutron et Fremy. (Recherches sur la fermentation lactique). Annales de chimie et de physique, 3-e sér., t. 2, 1841, p. 257—274.

мов. Наблюдатели, которые установили наличие живых существ, одновременно показали, что они появляются случайным образом и задерживают процесс брожения.

Таким образом, полученные данные подтверждают идеи г-на Либиха и г-на Берцелиуса. По мнению первого, фермент является чрезвычайно нестойким веществом, которое разлагается и вызывает брожение, благодаря тем изменениям, которые происходят в нем, когда оно передает молекулярные нарушения сбраживаемому веществу и обусловливает этим разрушение его молекулярной структуры. В этом, по мнению г-на Либиха, заключается первопричина всех брожений и происхождения большинства заразных болезней. По мнению Берцелиуса, химические процессы брожения относятся к группе контактных воздействий. С каждым днем эти мнения получают все большее распространение. Лицам, желающим более подробно ознакомиться с этим вопросом, мы советуем обратиться к работе г.г. Фреми и Бутрона о спиртовом брожении, и в особенности к разделу, касающемуся брожений и ферментов; к прекрасной посмертной работе г-на Жерара * и, наконец, к статье, г-на Бертло ** о спиртовом брожении, появившейся совсем недавно. Авторы всех этих работ согласны с тем, что следует отбросить идею о какой-либо роли живых организмов и их жизнедеятельности в причинности явлений, которыми мы занимаемся. Я пришел к совершенно иным выводам ***.

В первой части этой работы я постараюсь доказать, что, подобно тому, как существует спиртовой фермент — пивные дрожжи, которые можно обнаружить повсюду, где сахар разлагается на спирт и углекислоту, так существует и особый фермент — дрожжи молочнокислого брожения ****, которые можно обнаружить повсюду, где сахар превращается в молочную кислоту, и если какое-либо азотистое пластическое соединение могло превращать сахар в эту кислоту, то лишь только потому, что это вещество является источником питательных веществ для развития фермента.

III. НОВЫЕ ДРОЖЖИ. ИХ ПРИГОТОВЛЕНИЕ. ИХ СВОЙСТВА. ИХ СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЕ С ПИВНЫМИ ДРОЖЖАМИ

При внимательном рассмотрении обычного молочнокислого фермента в некоторых случаях удается обнаружить в осадке мела и азотистых веществ пятна серого вещества, иногда образующих своего рода зоны на поверхности осадка. В других случаях это вещество приклеивается к верхней части стенок сосуда, куда оно заносится движением газов. Микроскопическое изучение этого вещества не позволяет непредупрежденному наблюдателю отличить его от сгустка свернувшегося молока, разрушающейся клейковины и т. д.; таким образом, у нас нет никаких оснований думать, что мы имеем дело со специальным веществом и что оно образовалось во время брожения. По-видимому, его вес всегда очень незначителен по сравнению с весом азотистых соединений, которые необходимо было добавить вначале для нормального течения брожения. Наконец, очень часто это вещество настолько перемешано с массой азотистых соединений и мелом, что у нас даже не может возникнуть предположения о его существовании. Тем не менее это вещество играет основную роль. В первую очередь я укажу способ его выделения и приготовления в чистом виде.

Я экстрагировал растворимые вещества из пивных доржжей, смешивая их с 15 или 20 весовыми частями воды и выдерживая смесь в течение некоторого времени при температуре кипения. Жидкость — сложный раствор белковых и минеральных веществ, тщательно фильтруется [5]. В этой жидкости растворяют приблизительно от 50 до 100 г сахара на литр, добавляют мел и засевают очень небольшим количеством того серого вещества, о котором я только что говорил, взятого

[5] Если жидкость после фильтрования осталась мутной, ее легко сделать совершенно прозрачной, кипятя с небольшим количеством мела или добавляя к ней очень маленькие количества известкового молока и сахарата кальция, которые образуют обильный осадок. Эта предосторожность почти всегда необходима, когда дрожжевую воду готовят из дрожжей, отмывавшихся в течение нескольких дней. Свежие дрожжи или дрожжи, подвергнувшиеся одному или двум промываниям, с помощью осаждения их на холоду позволяют получить дрожжевую воду, которая становится совершенно прозрачной после фильтрования.

из сосуда, в котором происходит интенсивное молочно-кислое брожение; затем жидкость переносят в термостат при 30 и 35°. Для того чтобы удалить из сосуда воздух, полезно пропустить через него струю углекислого газа. Для этого к сосуду присоединяют изогнутую трубку, конец которой погружают в воду. Уже на следующий день наблюдается интенсивно и равномерно протекающее брожение. Исходная, очень прозрачная жидкость мутнеет; мел по-немногу растворяется и одновременно с этим появляется осадок, который беспрерывно и постепенно увеличивается по мере растворения мела. Выделяющийся газ состоит из чистой углекислоты или из смеси углекислоты и водорода * в различных соотношениях. Если выпарить жидкость, когда мел уже исчез, то на следующий же день в ней происходит обильное образование кристаллов молочнокислого кальция, а в маточном растворе остаются различные количества маслянокислой соли этого основания. Если пропорции мела и сахара были подобраны соответствующим образом, то уже во время упаривания в жидкости начинается интенсивная кристаллизация лактата. Иногда жидкость становится очень вязкой. Одним словом, мы имеем перед собой совершенно типичное молочнокислое брожение со всеми его случайностями и со всеми обычными для него осложнениями хорошо известными химикам в их внешних проявлениях.

В этом опыте отвар дрожжей можно заменить, в зависимости от случая, отваром любого азотистого пластического соединения свежего или испорченного. Эта прозрачная жидкость, содержащая в растворе азотистые соединения, является лишь источником питательных веществ, и потому ее происхождение не имеет большого значения при условии, что она является подходящей средой для развития организованных частиц, которые сначала образуются, а затем оседают.

Посмотрим теперь, каковы свойства вещества, образование которого связано с явлениями, получившими название молочнокислого брожения. Взятое в массе, оно похоже на обычные отжатые и прессованные дрожжи. Эта несколько клейкая масса окрашена в серый цвет. С помощью микроскопа можно убедиться в том, что это вещество состоит из маленьких шариков или очень коротких члеников, расположенных изолированно или собранных в кучки. Они образуют

неправильной формы хлопья, похожие на некоторые аморфные осадки. Эти шарики имеют значительно меньшие размеры, чем шарики пивных дрожжей, быстро передвигаются в жидкости, когда они расположены изолированно,— это так называемое броуновское движение, иначе говоря, движение, которое наблюдается всегда с достаточно мелкими частицами плотной материи, находящимися во взвешенном состоянии в жидкости [6]. Если это вещество отмыть большим количеством воды, затем слить воду и после этого смешать с водой, содержащей чистый сахар, то это вещество немедленно вызывает постепенное подкисление воды; но подкисление происходит очень медленно, потому что образовавшаяся кислота сильно мешает действию этого вещества на сахар. Если мы добавим мел, что позволяет поддерживать нейтральную реакцию среды, то превращение сахара значительно ускоряется, и менее чем через час можно будет ясно наблюдать выделение пузырьков газа и образование в жидкости различных количеств молочнокислой и маслянокислой солей кальция. Кроме того, когда в жидкости содержатся белковые соединения, пригодные для питания этого вещества, то количество образовавшегося молочнокислого фермента зависит лишь от веса использованного сахара и от веса белковых соединений. Фермент не теряет своей активности при выделении и перевозке его на дальние расстояния. При высушивании или после кипячения в воде его активность несколько ослабевает. Наконец, для превращения значительного количества сахара необходимо очень немного этих дрожжей. Это брожение должно по возможности протекать вне контакта с воздухом, для того чтобы развитие посторонних растений и инфузорий не мешало его течению.

Мы обнаруживаем здесь все общие признаки пивных дрожжей, и эти вещества являются, вероятно, организмами, которые в естествен-

---

[6] Я не привожу размеров этих маленьких шариков. Мне кажется, что, когда имеешь дело со столь мелко раздробленной материей, оптический обман в результате отражения света краями шариков приводит к ошибкам, величина которых равняется приблизительно величине этих частиц. Однако люди более опытные, чем я, в микроскопических исследованиях могли бы разрешить этот вопрос с достаточной точностью.

ной классификации должны быть отнесены к двум соседним родам или к двум близким семействам.

Что касается скорости и равномерности течения молочнокислого брожения в указанных мною условиях, *когда молочнокислый фермент развивается в жидкости один,* то все химики будут удивлены тем, что при одинаковом количестве исходных соединений молочнокислое брожение часто протекает быстрее, чем спиртовое брожение. Молочнокислое брожение в обычных условиях протекает значительно медленнее, и это легко понять. Клейковина, творог, фибрин, оболочки, ткани, которые применяются для приготовления среды, содержат громадное количество бесполезных веществ. Чаще всего они могут служить пищей для молочнокислого фермента лишь после того, как они начали гнить и изменяться в контакте с растениями и микроскопическими животными, которые растворяют их составные части и делают их таким образом пригодными для ассимиляции.

Вот еще одна особенность, позволяющая сблизить новый фермент с пивными дрожжами: если мы посеем в прозрачную жидкость, содержащую сахар и белковые вещества, не дрожжи молочнокислого брожения, а пивные, то последние начнут развиваться и параллельно начнется спиртовое брожение, хотя все другие условия опыта остались неизменными. Отсюда не следует делать вывод, что химический состав этих двух типов дрожжей одинаков, как нельзя сказать, что химический состав двух растений одинаков, потому что они выросли в одной и той же почве.

Наконец, я должен упомянуть о последнем свойстве, которое их сближает: для приготовления дрожжей молочнокислого брожения нет никакой необходимости иметь их в своем распоряжении; всякий раз, когда условия для этого благоприятны, они образуются спонтанно [7] и так же легко, как и пивные дрожжи.

---

[7] Я пользуюсь этим словом для определения наблюдаемого явления, оставляя при этом совершенно в стороне вопрос о самозарождении. В контакте с обычным воздухом образуются дрожжи молочнокислого брожения, если состав среды и температурные условия позволяют это. Если же опыт проводится вне контакта с воздухом или же в контакте с предварительно прогретым воздухом, то полученные результаты не отличаются от результатов опытов с пив-

Растворим сахар в прозрачной дрожжевой воде, добавим мел, и мы убедимся, что уже через день или два в жидкости пачнется брожение. Благодаря тому, что среда остается нейтральной, брожение будет иметь тенденцию протекать по типу чистого молочнокислого брожения. Несмотря на все усилия, чрезвычайно трудно избежать контакта с воздухом. Для того чтобы этот контакт не произошел во время переливания жидкости, необходимо принимать совершенно особые меры предосторожности, которые трудно даже себе представить. Однако предпочтительнее засевать жидкость небольшим количеством молочнокислого фермента, потому что в противном случае могут возникнуть одновременно несколько брожений и появиться микроскопические животные, оказывающие неблагоприятное влияние на течение брожения.

Всякий раз, когда белковая жидкость соответствующего состава содержит соединение, например сахар, могущее претерпевать различные химические превращения, зависящие от природы того или иного фермента, все зародыши этих ферментов стремятся размножиться, и обычно мы наблюдаем их одновременное развитие в жидкости за исключением тех случаев, когда один из ферментов развивается в питательной среде значительно быстрее, чем другие. Как раз это последнее условие и осуществляется, когда мы применяем метод посева уже образовавшихся организмов, готовых приступить к размножению. Если смесь воды, содержащая сахар, белковые вещества и мел, не была засеяна каким-либо ферментом, то обычно возникает много параллельных брожений, вызванных соответствующими ферментами, и появляются микроскопические животные, которые, по-видимому, пожирают маленькие шарики этих ферментов. Предварительное добавление определенного чистого фермента очень благоприятствует появлению одного определенного брожения, но, однако, не обеспечивает это во всех случаях. Брожения можно сравнить с тем, что наблюдается на незасеянном участке земли. Очень быстро на нем появ-

ными дрожжами и инфузориями. В этих условиях мы можем воспроизвести хорошо известные опыты различных физиологов, которые лишь повторили и уточнили опыты Аппера и Гей-Люссака о влиянии воздуха на явления, о которых здесь идет речь.

ляются различные растения и насекомые, взаимно вредящие друг другу.

Одним из основных условий хорошего течения брожения является чистота фермента, его однородность, его беспрепятственное развитие, благодаря наличию питательных веществ, подходящих для его развития. По поводу этого необходимо отметить, что нейтральная, щелочная, кислая реакция, химический состав среды, играют очень большую роль в преимущественном развитии того или иного фермента, потому что последние приспособляются неодинаково хорошо к различным средам. Например, растворяя сахар в очень прозрачной дрожжевой воде без добавления к ней мела и ничего не засевая в нее, мы можем убедиться, что через два дня начнется спиртовое брожение и на дне сосуда будет образовываться осадок дрожжей. В очень редких случаях, которые, однако, неоднократно встречались в моих опытах, в этих условиях будет развиваться фермент молочнокислого брожения. Я повторяю, что это является исключением даже после того, как жидкость предварительно была засеяна ферментом молочнокислого брожения. Это объясняется тем, что в этих условиях жидкость становится кислой и что кислотность, по-видимому, ослабляет и угнетает фермент молочнокислого брожения сильнее, чем фермент спиртового брожения. Немало исследований остается еще сделать в этом направлении.

Наоборот, возьмем нейтральную или слегка щелочную среду, и тогда фермент молочнокислого брожения будет появляться чаще и лучше размножаться. Я приведу некоторые доказательства, подтверждающие это положение. Если к воде, содержащей сахар и пивные дрожжи, добавить окись магния, которая имеет щелочную реакцию, то одновременно возникнет спиртовое и молочнокислое брожение, в результате чего будет происходить выпадение кристаллического молочнокислого магния. При изучении бродящей жидкости под микроскопом мы увидим значительное количество маленьких шариков молочнокислого фермента, смешанных с шариками дрожжей. Шарики молочнокислого фермента спонтанно возникают в белковой жидкости, полученной за счет растворимых составных частей дрожжей, в то же время щелочная реакция среды значительно снижает активность

спиртового фермента, т. е. дрожжей. Следовательно, слегка щелочная среда очень хорошо подходит для развития новых дрожжей, но она также исключительно благоприятна и для развития инфузорий, которые пожирают молодые шарики или, по крайней мере, забирают у них питательные вещества и ставят, таким образом, непреодолимую преграду для такого рода явлений.

Пивные дрожжи обладают аналогичными особенностями. Они очень плохо развиваются в щелочной среде и чаще всего их развитие в этих условиях приостанавливается. В противоположность распространенному мнению, развитие пивных дрожжей задерживается также на средах с очень слабой кислой реакцией. Лучше всего они приспособлены к нейтральным средам, но так как в процессе спиртового брожения всегда образуются кислоты, это является постоянной причиной замедления их активности. Действительно, я установил, что добавление мела к пивным дрожжам оказывает чрезвычайно благоприятное влияние на расщепление сахара и образование спирта и углекислоты. Когда ничто не мешает нормальному течению спиртового брожения и когда скорость последнего достигает максимума, количество образовавшейся кислоты в этих условиях очень незначительно превышает или даже не достигает того количества, которое образовалось бы без добавления мела. Таким образом, при спиртовом брожении теоретически следовало бы поддерживать нейтральную реакцию среды; брожение в этих условиях протекало бы несравнимо быстрее. Тем не менее этот способ не представляет практического интереса, так как часто при этом наблюдаются серьезные нарушения процесса брожения, потому что нейтральные среды благоприятствуют развитию молочнокислых дрожжей и микроскопических животных, которые развиваются за счет растворимых соединений пивных дрожжей, служащих для них пищей. Поэтому очень часто значительные количества сахара превращаются в молочную кислоту, а микроскопические животные захватывают у дрожжей необходимую для них пищу.

Детали, которые я только что изложил, позволяют предусмотреть все возможные варианты брожений и в особенности варианты молочнокислого брожения, которое требует нейтральной среды, благоприятствующей также развитию других дрожжей и инфузорий. Даже

при соблюдении всех указанных мною предосторожностей часто происходят осложнения и наблюдается совмещение различных явлений. Поэтому я вынужден был искать наиболее благоприятные условия для образования чистых дрожжей молочнокислого брожения. Мы уже видели, что наибольший вред молочнокислому ферменту приносят пивные дрожжи и инфузории. Следовательно, необходимо подобрать такие условия, которые не оказывают значительного влияния на развитие дрожжей молочнокислого брожения, но которые задерживают развитие пивных дрожжей и инфузорий. Я надеюсь добиться этого, используя в качестве белковой среды неочищенный сок лука. Масло, содержащееся в этом соке, полностью задерживает развитие пивных дрожжей и, по-видимому, угнетает также развитие инфузорий. Поэтому я вернусь в специальной работе к вопросу о возможности использования этого натурального сока *.

Даже если мне не удастся разрешить полностью эти затруднения, применяя сок лука, иначе говоря, если мне не удастся *постоянно и легко* вызывать молочнокислое брожение, не усложняя этого явления посторонними ферментами и инфузориями, то все же данные, которые я собрал до сих пор, позволяют мне считать, что наиболее эффективным средством для достижения этих результатов является использование особых соединений, угнетающих паразитарные ферменты [8]. Например, если посеять свежие шарики пивных дрожжей в неочищенный сок лука, то они никогда не развиваются в нем. Они не вызывают ни малейшего спиртового брожения. Наоборот, если сок лука предварительно прокипятить, в результате чего масло, содержащее серу, исчезает и, может быть, изменяются белковые вещества, то пивные дрожжи начинают очень интенсивно размножаться в охлажденной жидкости, и сахар, содержащийся в соке или добавленный к нему, превратится в спирт и углекислоту. Таким образом, спиртовое брожение никогда спонтанно не возникает в неочищенном соке лука, несмотря на то, что этот сок, подобно виноградному соку, имеет кислую реакцию. Наоборот, в нем всегда

[8] Или же с помощью подбора азотистого соединения, обеспечивающего преимущественное развитие того вида дрожжей, появление которого в противоположность другим видам представляет для нас интерес.

возникает молочнокислое брожение, нередко протекающее необычным образом, на что в дальнейшем я обращу ваше внимание [9].

На протяжении всей этой статьи я исходил из предположения, что новые дрожжи являются организованными ферментами — живыми существами и что их химическое воздействие на сахар связано с их развитием и размножением. Если бы мне сказали, что в своих выводах я иду дальше, чем это позволяют факты, то я ответил бы, что это действительно так в том отношении, что я совершенно открыто стал на точку зрения, правильность которой, строго говоря, не может быть бесспорно доказанной. Вот мое мнение. Всякий раз, когда химик начнет заниматься этими таинственными явлениями и когда ему удастся сделать важные открытия в этой области, он инстинктивно будет стремиться объяснить первопричину этих явлений, исходя из положений, находящихся в тесной связи с общими результатами его собственных исследований. Это логический ход человеческой мысли при разрешении всех спорных вопросов. На данном этапе моих исследований в этой области я придерживаюсь мнения, что брожение проявляется всегда в связи с жизнью, с организацией шариков, а не в связи со смертью, с гниением этих шариков и если кто-нибудь захочет беспристрастно оценить результаты этой работы и тех, которые я опубликую в ближайшее время, то должен будет согласиться со мною. Брожение не является также контактным процессом, в котором превращение сахара происходит в присутствии фермента, ничего ему не давая и ничего от него не беря. Эти последние высказывания, как это мы увидим вскоре, противоречат опыту.

Моя ближайшая работа будет посвящена изучению химического действия новых дрожжей на вещества, содержащие сахар *.

---

[9] Фуркруа и Воклен, изучая сок лука, который в результате хранения стал очень кислым, впервые установили в натуральных сброженных жидкостях наличие кристаллического осадка. Образование кристаллов в выпаренном соке лука было отмечено Вокленом, тогда как Шеврель изучил эти кристаллы и установил их идентичность с маннитом.

Работа Фуркруа и Воклена, озаглавленная «Sur l'analyse chimique de l'oignon (Allium cepa)», напечатана в сокращенном виде в «Annales de chimie», t. 65, 1808, p. 161—174.

СТАТЬЯ О СБРАЖИВАНИИ ВИННОЙ КИСЛОТЫ

Первая часть. Подобно тому, как существует спиртовой фермент — пивные дрожжи, которые можно обнаружить повсюду, где происходит расщепление сахара на спирт и углекислоту, и которые, согласно наблюдениям г-на Каньяр де Латура, являются живыми организмами, существуют и дрожжи молочнокислого брожения, которые всегда обнаруживаются, когда сахар превращается в молочную кислоту. Все пластические азотистые соединения, превращающие сахар в молочную кислоту, обладают этим свойством лишь потому, что они являются подходящим питательным субстратом для развития этого фермента. Таковы результаты моей работы, которые я имел честь докладывать Академии на заседании от 30 ноября 1857 г. * Теперь я покажу, что брожение винной кислоты позволяет сделать совершенно аналогичные выводы.

Уже давно известно из-за неудач в производстве, что неочищенный виннокислый кальций, смешанный с органическими веществами и оставленный в воде, может бродить. Химик-промышленник г-н Нолльнер изучил продукты этого брожения и установил наличие среди них кислоты, которая, как он думал, является еще неизвестным соединением. Г-н Никклес ** установил ее точный состав, а г.г. Дюма, Малагути и Леблан *** в прекрасной работе о циангидриновых эфирах показали ее идентичность с пропионовой кислотой****, которую г-н Готтлиб получил при воздействии едкого калия на сахар.

Я не буду касаться сегодня веществ, которые образуются в результате сбраживания винной кислоты. Я вернусь к этому вопросу

в специальной работе. Я укажу лишь, что мои опыты проводились с виннокислым аммонием, а не с виннокислым кальцием и что изменение природы основания сопровождалось изменением состава конечных продуктов брожения и другими весьма любопытными особенностями, но детальное рассмотрение данных вопросов усложнило бы изучение причин этого явления, на котором я в основном и хочу остановиться в первой части моего сообщения.

Вот каким образом я поступил.

Виннокислый аммоний растворялся в дистиллированной воде, к которой я добавлял белковое азотистое вещество, растворимое в воде: экстракт из растительного сока, какую-либо жидкость животного организма или растворимую часть обычных пивных дрожжей. Достаточно, чтобы содержание этих соединений в растворе виннокислого аммония равнялось 2—3-тысячным общего веса раствора. Совершенно прозрачную, очень горячую жидкость переливают в колбу, наполняя ее до горла, и, когда температура жидкости снизится приблизительно до 30°, к раствору добавляют несколько кубических сантиметров мутной жидкости, в которой интенсивное виннокислое брожение, вызванное, если этого хотят, обычным способом, продолжается уже в течение нескольких дней. Количество плотных веществ, которое при этом вносится, совершенно невесомо. Однако они оказывают очень большое влияние. Если имеются подходящие температурные условия и нейтральная или слабо щелочная реакция среды, то через несколько часов вся жидкость становится мутной, и на следующий день проявляется брожение, что заметно по выделению пузырьков газа.

Вот несколько характерных особенностей брожения, вызванного описанным мною способом.

Помутнение жидкости и выделение газа мало-помалу усиливаются, и на дне сосуда постепенно образуется осадок. Вес этого осадка чрезвычайно мал по сравнению с весом солей винной кислоты. Как и во всех брожениях, выделение газа после достижения определенного максимума начинает снижаться. К тому же мы можем легко проследить с помощью оптического анализа жидкости постепенное превращение винной кислоты в продукты, не вызывающие отклонения

плоскости поляризации. При микроскопическом исследовании вещество, которое осело в процессе брожения, оказывается состоящим из маленьких палочек или зерен очень незначительного диаметра, собранных в кучки или неправильной формы хлопья и как бы спаянных между собою клейким веществом. Но более внимательное изучение показывает, что это скопление зерен образуется, по всей вероятности, благодаря переплетению маленьких нитей, состоящих из зерен, расположенных как бусы в четках. Диаметр маленьких зерен, или шариков, приблизительно такой же, как и диаметр дрожжей молочнокислого брожения, и внешний вид этих двух организмов под микроскопом имеет много общего. Осадок, о котором здесь идет речь, отмытый большим количеством воды и внесенный в раствор виннокислого аммония, в чистой воде вызывает брожение. Уже через несколько часов после внесения осадка можно установить превращение виннокислой соли, иначе говоря, брожение начинается почти немедленно.

Вторая часть. Академия помнит особенности состава рацемической кислоты. Ей известно, что эта кислота состоит из сочетания молекулы правой винной кислоты, которая является обычной винной кислотой, и молекулы левой винной кислоты, отличающейся лишь тем, что ее форма является зеркальным изображением правой. Эти соединения идентичны и в отношении отклонения поляризованного света, который отклоняется вправо в первом случае и влево — во втором, причем абсолютная величина этого отклонения в обоих случаях одинакова. Более того, Академия знает, что химические свойства этих двух кислот настолько сходны, что практически их невозможно отличить, за исключением тех случаев, когда эти кислоты помещаются вместе с другими соединениями, отклоняющими поляризованный свет. В этом случае их свойства будут сильно различаться. Поэтому казалось очень интересным исследовать, будет ли рацемическая кислота сбраживаться таким же образом, как и правая винная кислота, иначе говоря, будут ли дрожжи, способ получения которых я указал выше, превращать левую винную кислоту так же легко и так же быстро, как и правую винную кислоту. Рацемический виннокислый аммоний подвергался сбраживанию в условиях, которые были только

что указаны мною для соли правой винной кислоты. Брожение началось также легко и протекало подобно предыдущему с образованием осадка тех же самых дрожжей. Но, изучая ход этого явления с помощью поляриметра, мы убедились, что в действительности брожение протекает совершенно иначе. Через несколько дней после начала брожения жидкость, вначале не отклоняющая плоскость поляризованного света, начинает сильно отклонять ее влево, и это отклонение по мере продолжения брожения постепенно увеличивается и достигает определенного максимума. Брожение к этому времени прекращается. В жидкости нельзя более обнаружить даже следов правой винной кислоты. После выпаривания жидкости и добавления такого же объема спирта немедленно происходит обильное выпадение кристаллов аммонийной соли левой винной кислоты.

Вот, несомненно, прекрасный способ приготовления левой винной кислоты. Но основной интерес приведенных данных, как мне кажется, заключается в том, что они показывают физиологическую роль брожения, которое в наших опытах выступает как явление жизненного порядка. Действительно, мы видим, что в данном случае характер молекулярной диссимметрии, свойственной органическим соединениям, изменяя сродство, оказывает значительное влияние на явление физиологического порядка. Не вызывает сомнения, что особенности молекулярной структуры левой винной кислоты являются единственной и исключительной причиной невозможности сбраживания этой кислоты в условиях, при которых правая кислота расщепляется.

Без всякого сомнения, философские идеи о необходимости участия всего сущего в создании мировой гармонии позволяют утверждать, что столь распространенное свойство диссимметрии естественных органических соединений играет известную роль в растительном и животном царствах. Но наука не может ограничиться лишь априорными взглядами. Тем не менее, я отмечу, что впервые в явлении, которое я недавно открыл, характер правой или левой диссимметрии органических веществ совершенно явно выступает как фактор, изменяющий химические реакции физиологического порядка.

Что касается действительной причины различий в сбраживаемости двух винных кислот, на которые я указал, то мне кажется, что их

следует искать, по всей вероятности, в способности веществ, входящих в состав дрожжей, отклонять поляризованный свет. Понятно, что если дрожжи состоят из естественных диссимметрических соединений, то они окажутся не в одинаковой степени приспособленными к питательным веществам, которые сами будут обладать молекулярной диссимметрией и отклонять поляризованный свет в одном или другом направлении. Приблизительно аналогичное явление было установлено моими предыдущими исследованиями. Соль хинина правой винной кислоты очень резко отличается от соли левой винной кислоты этого основания, являющегося оптически активным, тогда как соли калия или любого другого оптически неактивного основания правой и левой винных кислот в химическом отношении идентичны.

НОВЫЕ ДАННЫЕ, ОСВЕЩАЮЩИЕ ИСТОРИЮ ВОПРОСА О ДРОЖЖАХ МОЛОЧНОКИСЛОГО БРОЖЕНИЯ

(Письмо господину Дюма)

В статье, которую я имел честь представить несколько месяцев тому назад Академии *, я пришел к выводу, что, подобно тому, как существует спиртовой фермент — пивные дрожжи, который можно обнаружить повсюду, где происходит расщепление сахара на спирт и углекислоту, так существует и особый фермент — дрожжи молочнокислого брожения, всегда присутствующие, когда сахар превращается в молочную кислоту, и что если различные пластические азотистые соединения вызывают превращение сахара в молочную кислоту, то лишь потому, что они могут служить подходящей пищей для развития этого фермента [1].

Эти новые дрожжи, состоящие из шариков или, точнее, из очень коротких члеников с несколько утолщенными концами, диаметром приблизительно $^1/_{600}$ миллиметра, в общем похожи на пивные дрожжи, но никогда не вызывают разложение сахара на спирт и углекислоту. Основным продуктом их жизнедеятельности является молочная кислота. Я уже давно сообщал Вам, что в процессе брожения, вызванного пивными дрожжами, эта кислота никогда не образуется.

Похожа ли структура этих дрожжей на структуру пивных дрожжей? Не являются ли они осадком азотистого соединения, обладающего свойством воздействовать на сахар, благодаря особенностям

---

[1] Мои последующие исследования не только подтвердили достоверность выводов моей первой работы, но доказали также существование большого количества различных дрожжей, обладающих очень специфическим характером действия. Большие трудности представляет их выделение и подыскание условий, обеспечивающих исключительное развитие дрожжей каждого типа.

своей химической природы, в результате контакта, как сказал бы Берцелиус, или в результате явления передающегося движения, как выразился бы г-н Либих? Несомненно, ничто не доказывает лучше живую природу пивных дрожжей, чем опыты по размножению клеток дрожжей в воде с сахаром, к которой добавлены небольшие количества аммиака и фосфатов щелочных и щелочноземельных металлов, опыты, о которых Вы так любезно согласились недавно сделать сообщение Академии *.

Из этого следует, что если бы аналогичные опыты можно было с успехом поставить и с дрожжами молочнокислого брожения, то было бы весьма трудно сомневаться в том, что они также являются живыми существами. Это предположение кажется весьма вероятным уже при микроскопическом изучении структуры этих дрожжей, а также благодаря разительной аналогии с пивными дрожжами.

Как раз подобные результаты я и имею честь просить Вас сообщить Академии и одновременно с этим указать на некоторые замечательные особенности этих опытов.

Я добавил к чистой воде с сахаром небольшое количество аммонийных солей, фосфатов и карбоната кальция. Через 24 часа жидкость помутнела, и началось выделение газа; брожение продолжалось и в последующие дни, аммоний постепенно исчез, фосфаты и соли кальция по-немногу растворялись, началось образование молочнокислого кальция и одновременно с этим появление осадка, состоящего из дрожжей молочнокислого брожения, чаще всего в ассоциации с инфузориями. Нередко в жидкости образуется также маслянокислый кальций. Другими словами, в наличии имеются все основные признаки молочнокислого брожения, хорошее определение которого в общих чертах было дано ранее г-ном Фреми. Не без удивления можно наблюдать появление большого количества осадка, состоящего из растительных и животных организмов в жидкости, которая в начале не содержала никаких других азотистых соединений за исключением соли аммония **.

Если мы удалим углекислый кальций, то брожение протекает таким же образом, но без образования малейших количеств пивных дрожжей; появляются лишь дрожжи молочнокислого брожения и

небольшое количество инфузорий, которые быстро погибают вследствие увеличивающейся кислотности среды. Кроме того, в этих условиях брожение происходит очень слабо и быстро заканчивается, по всей вероятности, также в результате подкисления жидкости.

Что касается происхождения в этих опытах дрожжей молочнокислого брожения, то они попадают исключительно из атмосферного воздуха; мы снова сталкиваемся здесь с фактами из области самозарождения. Если прекратить всякий контакт жидкости с обычным воздухом или прокипятить смесь сахара, аммонийной соли, фосфатов и мела, а затем наполнять сосуд воздухом, пропущенным через раскаленную трубку, то ни молочнокислых дрожжей, ни инфузорий не образуется и никакого брожения не происходит.

Вы, г-н Дюма, несомненно отметите, что в вышеизложенных опытах животная и растительная жизнь возникла в среде, состоящей из чистого кристаллического сахара, смешанного с аммонийной солью и другими минеральными веществами, другими словами, в среде, в которой не содержалось никакого продукта, имевшего в прошлом какую-нибудь организацию.

В этом отношении в вопросе о самозарождении наблюдается известный прогресс.

МЕМУАР О СПИРТОВОМ БРОЖЕНИИ

ВВЕДЕНИЕ

Я называю *спиртовым брожением* брожение сахара под влиянием фермента, известного под названием *пивных дрожжей*. Оно является тем брожением, которое дает вино и все спиртные напитки. Оно же послужило прототипом для множества аналогичных явлений, которые обычно называют *брожением* с присоединением названия одного из основных продуктов того частного процесса, который рассматривается.

Из самой условности принятой номенклатуры следует, что выражением *спиртовое брожение* нельзя обозначать всякий процесс брожения, при котором образуется спирт; могут встречаться различные виды брожения, обладающие этим общим признаком.

Если бы не пришли заранее к соглашению относительно того, какое из этих весьма различных явлений должно носить название *спиртового брожения*, неминуемо возникла бы путаница в терминологии, которая от слов перешла бы в область самих представлений и затемнила бы вопрос и без того слишком темный, чтобы его еще искусственно усложнять.

Всякие колебания относительно слов *спиртовое брожение* и их точного значения казались мне, впрочем, несостоятельными, так как эти слова употреблялись Лавуазье, Гей-Люссаком и Тенаром в применении к брожению сахара, вызываемому пивными дрожжами. Не следовать примеру этих знаменитых учителей, положивших

начало нашим знаниям по этому вопросу, было бы рискованно и бесполезно [1].

В первой части моей работы я изучаю, что происходит с сахаром под влиянием спиртового брожения; во второй — я специально останавливаюсь на ферменте, его природе и превращениях. Чтобы ярче подчеркнуть достижения, полученные в результате моих исследований, я помещаю в начале каждой части краткий исторический обзор состояния вопроса к тому моменту, когда я начал заниматься спиртовым брожением.

---

[1] Г-н Бертло называет спиртовым брожением процессы, которые, по-моему, все, без исключения, относятся к молочнокислому брожению («Annales de chimie et de physique», 3-e sér., t. 50, 1852, p. 322—360).

NB. Замена выражения *пивные дрожжи* выражением *спиртовые дрожжи* представляла бы некоторые преимущества. Слово *пиво* придает этому выражению какую-то излишнюю специфичность. Было бы правильнее говорить *спиртовые дрожжи пива,* спиртовые дрожжи винограда, спиртовые дрожжи свекловицы.., обозначая таким образом дрожжи, вызывающие спиртовое брожение, в зависимости от того, получены ли они из ячменя, винограда или свекловицы.



ПЕРВАЯ ЧАСТЬ

ЧТО ПРОИСХОДИТ С САХАРОМ ПРИ СПИРТОВОМ БРОЖЕНИИ?

§ 1. Обзор современного состояния вопроса о продуктах спиртового брожения

Лавуазье первый изложил наиболее правильные взгляды на продукты спиртового брожения. Мемуар по этому вопросу, включенный в его «Элементы химии», особенно любопытен. Несмотря на обилие ошибок в числовых расчетах, он является исключительным произведением с точки зрения его общего и философского содержания. Именно там мы находим следующие замечательные слова: «Ничто не создается заново ни искусственным путем, ни природой. Можно установить положение, что во всяком процессе имеется одинаковое количество материи до его начала и после его конца, что качество и количество элементов остаются одними и теми же и что происходят только изменения, модификации. На этом принципе и основано искусство химического эксперимента» *.

Но как бы то ни было, расчеты, которые приводит Лавуазье, подтверждают его предвзятые воззрения только путем взаимного компенсирования ряда крупных ошибок. Не останавливаясь на отдельных деталях, я укажу лишь, что Лавуазье исходит из следующего состава сахара **:

Водород	8	100
Кислород	64	
Углерод	28	

Ошибка в углероде составляет 14%. Несколькими страницами дальше Лавуазье дает полную таблицу своих числовых результатов. Из них явствует, как он это сам отмечает, что сумма весов спирта и угольной кислоты, образовавшихся во время брожения, почти равна весу сброженного сахара. Это равенство подтверждается для каждого из элементов в отдельности. Ошибка в сторону уменьшения для угольной кислоты очень велика. Она компенсируется эквивалентной ошибкой в сторону увеличения для спирта.

Но как бы то ни было, в пределах точности анализа этой эпохи для указанных веществ, все современные Лавуазье химики должны были думать, что сахар под влиянием пивных дрожжей расщепляется на спирт и угольную кислоту.

Лавуазье резюмирует результаты своих исследований следующим образом: «Эффект спиртового брожения сводится, таким образом, к тому, чтобы сахар, представляющий собой окись, расщепить на две части, окислить одну часть за счет другой с образованием угольной кислоты и раскислить другую с образованием горючего вещества — спирта. Таким образом, если бы обратное соединение этих двух веществ — спирта и угольной кислоты — оказалось возможным, то можно было бы вновь получить сахар» *.

Двадцать лет спустя исследованиями Гей-Люссака и Тенара, а также Соссюра был окончательно установлен состав сахара и спирта. Если бы выводы работ Лавуазье не могли быть согласованы с этими новыми анализами, они, без сомнения, подверглись бы экспериментальной проверке, и тогда еще более были бы поражены значительной неточностью количественных определений Лавуазье. Но этого не случилось, и это дало возможность теоретически легко доказать, что, соединяя спирт и угольную кислоту, можно воспроизвести состав сахара [2].

---

[2] С результатами работ Лавуазье тогда произошло нечто странное. Данные его опытов постарались увязать с теоретическими расчетами, приведенными в письме Гей-Люссака. Для этого воспользовались пропуском в его мемуаре, касающимся плотности спирта в сводной таблице результатов. См. по этому поводу статью «Брожение» в «Dictionnaire de chimie Ure», переведенную Риффо в 1823 г. (т. III, стр. 232—244). Так как вес спирта, найденный Лавуазье, был

Это вскоре отметил Гей-Люссак.

В письме г-ну Клеману, напечатанном в «Annales de chimie» в 1815 г., Гей-Люссак после обсуждения результатов последних анализов этилена, спирта, эфира и сахара приходит к следующему теоретическому выводу:

«Если мы теперь допустим, что по сравнению со спиртом и угольной кислотой, которые являются единственными осязательными результатами брожения, другими продуктами, образуемыми ферментом, можно пренебречь..., то мы найдем, что из 100 частей сахара во время брожения 51,34 превращаются в спирт, а 48,66 — в угольную кислоту» [3].

Этими несколькими строками Гей-Люссак окончательно определил воззрения химиков. Тем не менее, в них вкралась ошибка, которая справедливо была отмечена Дюма и Буллэ в 1828 г. Эти искусные химики показали, что цифры Гей-Люссака справедливы только для сахаров формулы $C_{12}H_{12}O_{12}$ *; Гей-Люссак же их прилагал к тростниковому сахару. Из этого вытекает, что тростниковый сахар

слишком высок, то легко было, предполагая, что он был смешан в известной пропорции с водой, получить цифры Гей-Люссака, но при этом следовало обратить внимание на то, что изменение веса одного из двух продуктов, полученных Лавуазье во время брожения, ставило под вопрос само уравнение, которым знаменитый химик выразил это явление. Я не сомневаюсь в том, что абсолютный спирт, в современном смысле этого слова, не был известен Лавуазье. Но как раз по тем цифрам, которые он дает, сумма весов угольной кислоты и спирта воспроизводит вес сброженного сахара, а затронуть один из членов уравнения значило, тем самым, отрицать его точность, и, с другой стороны, поставить его в разногласие с теорией Гей-Люссака.

[3] Gay-Lussac. Lettre à M. Clèment sur l'analyse de l'alcoole et de l'acide sulfurique, et sur les produits de la fermentation. Annales de chimie, t. 95, 1815, p. 318. На стр. 317 (5-я строка) Гей-Люссак делает, пользуясь необоснованной гипотезой, ту ошибку, на которую впоследствии указали г. г. Дюма и Буллэ. Гей-Люссак после того, как он приводит результаты того прекрасного анализа тростникового сахара, который был им раньше сделан совместно с Тенаром, без всякой причины изменяет их на 2—3% и находит, что тростниковый сахар образуется из 6 частей паров углерода и 6 водяных паров, в то время как точный анализ дает 6 объемов паров углерода и $5^1/_2$ водяных паров. Так, в научных наблюдениях даже лучшие умы могут прийти к ошибочным результатам, соблазнившись простотой, более кажущейся, чем действительной.

не может бродить без присоединения элементов одной молекулы воды — обстоятельство, на которое указывали Дюма и Буллэ [4]. Два года спустя г-н Дюбренфо пошел еще дальше. Он экспериментально доказал, что тростниковый сахар до начала брожения превращается в некристаллизующийся сахар.

Как бы то ни было, из чтения современных работ легко понять, что со времени опубликования письма Гей-Люссака по этому вопросу не оставалось больше сомнений. Когда окончательно ввели в науку применение химических формул, спиртовое брожение сахаров под влиянием пивных дрожжей нашло выражение в следующем уравнении:



$$C_{12}H_{12}O_{12} = 2\,(C_4H_6O_2) + 4CO_2$$

Нужно, однако, подчеркнуть, что Гей-Люссак сам не экспериментировал, и во всем этом, мне кажется, наиболее реальным является иллюзия, вызванная возможным уравнением между сахаром, с одной стороны, и спиртом и угольной кислотой — с другой.

Мне хотелось показать этими историческими деталями, что изучение спиртового брожения, несмотря на все его громадное значение, еще не имело достаточно обоснованной научной базы и что общепринятое уравнение выражало лишь теорию, которая не была подкреплена никакими точными аналитическими результатами.

Работа Лавуазье содержит ценные данные относительно образования во время спиртового брожения небольшого количества органической кислоты. Этот факт был подтвержден Тенаром и всеми исследователями, занимавшимися этим брожением. Природа этой кислоты мало изучена. Лавуазье считает, что это уксусная кислота. Со-

---

[4] Dumas et Boullay fils. Mémoire sur les éthers composés. Annales de chimie et de physique, t. 37, 1828, p. 46 и 47. «Теория брожения Гей-Люссака оставляет все же желать лучшего. Дело, однако, меняется, как только эфир в теоретической формуле сахара заменяют спиртом. Тогда устанавливается наиболее полная гармония между теорией и экспериментом...»

«Виноградный сахар и сахар крахмала отличаются от тростникового сахара главным образом той особенностью своего состава, что они действительно могут быть представлены угольной кислотой и спиртом...»

временные авторы утверждают, что это молочная кислота. Систематических же исследований по данному вопросу не имеется. Утверждение, что это — молочная кислота, вошло в науку, вероятно, тогда, когда стало известно, что г-н Дюбренфо получил при некоторых видах спиртового брожения большое количество молочной кислоты [5].

Следующие положения резюмируют современные знания относительно продуктов превращения сахара при спиртовом брожении.

1. Тростниковый сахар $C_{12}H_{11}O_{11}$, превратившись сперва в сахар кислых плодов состава $C_{12}H_{12}O_{12}$, начинает бродить и расщепляется на спирт и угольную кислоту. Сумма весов спирта и угольной кислоты равна приблизительно весу сахара [6].

---

[5] Вот что говорит этот искусный химик-технолог в одной, напечатанной в 1856 г. исторической заметке о перегонке свекловичного сока. «В наших работах в Версале (1831—1835) по перегонке сока мы из-за недостатка воды использовали много раз подряд бродящие остатки перегонки, насытив их предварительно мелом. Спустя некоторое время, эти остатки перегонки приобретали плотность, равную 12—14° по Бомэ. Подобное явление нас очень поразило, и мы сконцентрировали несколько тысяч литров их до сиропообразной консистенции. Полученные продукты помещались в большие сахарные формы. Каково же было наше удивление, когда мы нашли, спустя несколько дней, обильное выпадение кристаллического продукта, который имел вид бугристого виноградного сахара и который оказался ни чем иным, как лактатом кальция. В это же время, при повторении опытов Воклена с отработанными водами крахмальных заводов, мы выяснили, что свободная кислота этих вод состояла главным образом из молочной кислоты. До 1841 или 1842 г. мы почти одни имели возможность доставлять аптекарям нужный им лактат кальция».

[6] Превращение тростникового сахара при брожении в некристаллизующийся сахар было открыто Дюбренфо около 1830 г. («Note sur quelques phénomènes rotatoires et sur quelques propriétés de sucres. Annales de chimie et de physique», 3-e sér., t. 18, 1846, p. 99—108).

В 1828 г. г.г. Дюма и Буллэ-сын показали, что тростниковый сахар не мог бродить без предварительного присоединения 1 эквивалента воды («Mémoire sur les éthers composés. Annales de chimie et physique», t. 37, 1828 p. 46). Г-н Перзоц первый заметил, что некристаллизующийся сахар брожения дает отклонение влево и является, таким образом, аналогом некристаллизующегося виноградного сахара. В это же время г-ном Био была обнаружена инверсия тростникового сахара кислотами (B i o t e t P e r s o z. Mémoire sur les modifications que la fécule et la gomme subissent sous l'influence des acides. Nouvelles Annales du Muséum d'histoire naturelle, t. 2, 1833, p. 109—125; B i o t. Remarques

2. Очень небольшое количество сахара превращается в изомерную молочную кислоту того же состава, что и сахар.

Я покажу, что первое положение никогда не бывает точным. Оно является лишь довольно грубым приближением к истине. Второе же положение оказывается совершенно ошибочным в той его части, которая касается природы кислоты брожения. Эта кислота ни в одном случае не является молочной кислотой, если только брожение случайно не осложняется другим видом брожения, именно молочнокислым.

Я теперь систематически изложу со всеми нужными подробностями результаты моих новых исследований [7].

Я с уверенностью предлагаю их химикам, так как я изучал этот вопрос весьма тщательно. Я это делаю особенно потому, что, повторив много раз мои опыты в различных условиях, я думаю, что мне удалось установить основные законы этих явлений и освободить их от тех случайных осложнений, которые внесли много неясного в историю спиртового брожения.

§ 2. Глицерин и янтарная кислота * представляют собой продукты спиртового брожения [8]. Их разделение и количественное определение

Образование янтарной кислоты во время брожения может быть показано самыми различными способами. Наиболее простой состоит в выпаривании сброженной жидкости после предварительного от-

---

sur la fermentation des sucres. C. r. de l'Acad. sci., t. 17, 1843, p. 755. Dubrunfaut. Note sur quelques propriétés des sucres. Annales de chimie et de physique, 3-e sér., t. 18, 1846, p. 102.

[7] Эти исследования продолжались непрерывно в течение трех лет с 1856 по 1859 г.

[8] В начале 1857 г. среди продуктов спиртового брожения я обнаружил янтарную кислоту. Спустя короткое время я сделал об этом сообщение в Обществе наук г. Лилля, а именно: на заседаниях 6 апреля и 1 мая 1857 г., а также на заседании Академии наук 25 января 1858 г. Глицерин же я обнаружил в числе продуктов брожения только в начале 1858 г. Первое сообщение по этому поводу в Академии наук было сделано мною 3 мая 1858 г. (C. r. de l'Acid. sci., t. 46, 1858, p. 857).

фильтровывания дрожжей. Остаток затем обрабатывается в несколько приемов эфиром, который оставляется в сосуде для выпаривания. На следующий день стенки сосуда оказываются покрытыми кристаллами янтарной кислоты [9]. На дне находится сироп, содержащий большое количество таких же кристаллов и состоящий почти исключительно из глицерина, насыщенного янтарной кислотой. В этих условиях глицерин всегда оказывается частично растворенным в эфире.

Этот способ не годится для экстрагирования и количественного определения янтарной кислоты, но он вполне пригоден для того, чтобы ее обнаружить во всех подвергнутых брожению жидкостях, независимо от их природы и происхождения.

По отношению к глицерину поступают почти таким же образом. Различие заключается только в том, что остаток после выпаривания сброженной жидкости обрабатывается не эфиром, а смесью эфира со спиртом. Эта смесь, не растворяя содержащие азот экстрактивные вещества, растворяет янтарную кислоту и глицерин. Затем ее выпаривают, насыщают известковой водой, снова выпаривают досуха и опять обрабатывают смесью эфира со спиртом, которая растворяет только глицерин, оставляя нетронутым янтарнокислый кальций.

Когда речь идет о количественном определении янтарной кислоты и глицерина и о полном их отделении от всех других продуктов брожения, нужны специальные меры предосторожности, которые необходимо особо подчеркнуть.

Основная трудность анализа сброженной жидкости заключается в присутствии в ней ряда растворимых веществ. Последние или вносятся в жидкость самими пивными дрожжами, или же являются продуктами их превращения. В этих превращениях принимает участие и сахар. Природа указанных продуктов в общем всегда одна и та же, но их соотношение меняется с изменением количеств употребленных дрожжей и сахара.

Пивные дрожжи при разведении их в сахарной воде отдают жидкости часть растворимых элементов, заключенных внутри клеток;

---

[9] Иногда до начала кристаллизации проходит несколько дней.

соли, главным образом фосфаты, и содержащие азот белковые вещества переходят в раствор. Клетки, черпая часть питательного материала из этих двух родов веществ, живут, почкуются, размножаются.

Изменения, происходящие в тканях, и изменения пищевых веществ приводят к превращениям первоначальных продуктов и к появлению новых веществ. Одни из них тверды и нерастворимы, другие — жидки и растворимы. Они остаются в растворе и там могут быть обнаружены после окончания брожения примешанными к продуктам расщепления сахара.

Установив эти основные положения, перейдем к вопросу об отделении некоторых продуктов спиртового брожения и к их количественному определению.

В первую очередь производится тщательное определение веса взятого количества дрожжей. Ровно такое же количество тех же дрожжей высушивается в сушильном шкафу с кипящей водой и снова взвешивается для определения веса сухого вещества.

Когда, наконец, при внимательном наблюдении за сбраживаемой жидкостью в течение нескольких минут не удается увидеть поднимающихся со дна пузырьков газа, можно считать, что брожение окончено [10]. В противном случае, и даже тогда, когда в течение несколь-

---

[10] При этом предполагается, что происходит исключительно спиртовое брожение. Если оно случайно сделалось молочнокислым, всякое выделение газа может прекратиться даже и при наличии большого количества сахара в жидкости. Но это бывает в исключительных случаях и только тогда, когда взятые пивные дрожжи не были достаточно свежими и уже содержали молочнокислые дрожжи.

NB. Я наблюдал своеобразное явление, связанное с выделением пузырьков углекислого газа. Дело в том, что пузырьки углекислого газа никогда не отделяются от поверхности дрожжевых клеток. Они поднимаются исключительно с находящихся в дрожжах и в жидкости пылевидных и других посторонних частиц, от которых трудно или даже невозможно избавиться. Трудно себе представить, как протекал бы процесс, если бы удалось их полностью удалить. Жидкость незаметно насыщается углекислым газом. Избыток его выделяется в тех местах, где находятся микроскопические посторонние тела, отличные от дрожжевых клеток. Очень странно, что такие твердые тела, как

ких минут выделяется только один микроскопический пузырек, сомневаться в наличии неразложившегося сахара уже не приходится. Более надежный способ заключается в пробе небольшого количества жидкости посредством медного раствора Фелинга. Если восстановления нет, значит сахара больше нет. К этому средству следует прибегать только в случае необходимости и применять его только в качестве контроля, когда есть основания думать, что брожение уже окончено. Таким путем открывается доступ атмосферному воздуху, что может неблагоприятно отразиться на ходе дальнейшего анализа. Я буду исходить из обычного, вполне законченного типичного случая спиртового брожения [11].

Сброженная жидкость фильтруется через фильтр, вес которого определяется по весу другого фильтра, сделанного из той же бумаги. После высушивания при 100° взвешивание дает вес сухого остат-

---

дрожжевые клетки, образуя углекислый газ, тем не менее, не могут вызвать его выделения, подобно тому, как это делают обычные твердые неорганизованные тела.

[11] В начале моих исследований я, как и многие другие, был склонен думать, что спиртовое брожение в небольших опытах доводится до конца лишь крайне редко. Это было заблуждением. Если брожение не перешло частично в молочнокислое, 15 дней или 3 недель в среднем оказывается достаточно для завершения процесса. Но есть одно чрезвычайно важное обстоятельство, которое, по-моему, не было раньше замечено и при котором спиртовое брожение может продолжаться почти без конца. Это наблюдается во всех случаях, когда имеется избыток сахара. У меня есть основание предполагать, что брожение такого порядка может продолжаться целыми годами. Во всех случаях такого брожения, а я наблюдал большое количество их, оно еще продолжалось спустя 4, 5, 6 месяцев, при этом, начиная с конца 1-го месяца, оно протекало исключительно медленно. Я вернусь к этим фактам в другом месте мемуара. Объяснение их будет дано там же.

Одна из основных причин уменьшающейся скорости брожения была указана Шеврелем («Traité de chimie appliquée a la teinture», лекция 28). Совершенно бесспорно, что на ходе процесса сильно отражаются изменения в составе жидкости, вызванные превращением сахара в различные продукты. Я установил, например, что наиболее активные дрожжи могут сделаться как бы недеятельными, если их внести в сахарную воду с такими количествами спирта и янтарной кислоты, которые они могли бы образовать в чистой сахарной воде, вызвав энергичное брожение в течение нескольких дней.

ка дрожжей, оседающих мало-помалу на дне сосуда, в котором происходит брожение.

Профильтрованная жидкость подвергается медленному выпариванию. Для того чтобы иметь приблизительное представление о скорости процесса, я укажу, что в течение 12—20 часов выпаривается $^1/_2$ л воды. Когда остается около 10—12 см^3 жидкости, переходят к выпариванию в вакууме.

Если выпаривание производится быстро и заканчивается на голом огне, неизбежно теряются значительные количества янтарной кислоты и глицерина. После 24-часового выпаривания в вакууме сиропообразный остаток в чашке обрабатывается в несколько приемов смесью спирта и эфира следующего состава: 1 часть 90—92° спирта и $1^1/_2$ части очищенного эфира. Для большей уверенности наливают каждую порцию эфирной смеси на фильтр, хотя обыкновенно нерастворимый остаток остается в виде пластичной массы на дне чашки. При повторных промываниях осадок теряет все больше и больше воды, делается твердым и иногда разбивается на комки; последние могут загрязнить промывные воды твердыми взвешенными частицами. Нерастворимый остаток, независимо от всяких воздействий, дает слабокислую реакцию на синий лакмус. Такова его природа. После семи или восьми промываний янтарной кислоты и глицерина больше не остается.

Я вернусь еще к вопросу о составе этого остатка, не растворимого в смеси спирта и эфира. Здесь же ограничусь указанием, что для определения его общего веса достаточно растворить его снова в воде и выпаривать в тарированной чашке сперва на водяной бане, затем в водяном термостате при 100° до постоянного веса.

Займемся теперь эфирно-спиртовой жидкостью. Сосуд, в котором она собиралась, помещается в теплую водяную баню; таким путем удаляется бо́льшая часть эфира. После этого, прибавив воды, можно производить выпаривание в фарфоровой чашке, не опасаясь потерь из-за всползания эфирного раствора. Выпаривание опять-таки должно производиться на маленьком огне и заканчиваться в вакууме.

Затем прибавляют чистой прозрачной известковой воды до возможно точной нейтральной реакции. Жидкость выпаривается с со-

блюдением указанных предосторожностей. Остаток обрабатывают смесью спирта с эфиром, в которой растворяется только глицерин. Янтарнокислый кальций остается в виде кристаллов, содержащих небольшую примесь экстрактивных веществ или других некристаллизующихся солей кальция. Янтарнокислый кальций легко освободить от этих загрязнений настаиванием его в той же чашке с 80° спиртом в течение 24 часов. Спирт растворяет все посторонние вещества. Янтарнокислый кальций остается нетронутым, кристаллическим, почти бесцветным и может считаться в достаточной степени чистым. Его собирают на взвешенный фильтр, высушивают и вновь взвешивают.

Спиртовая жидкость, в которой растворен глицерин, подвергается медленному выпариванию в тарированной чашке. После этого глицерин взвешивается. Выпаривание заканчивается в вакууме, где глицерин должен выдерживаться не дольше 2—3 дней, так как, если он лишен воды, его вес уменьшается даже при обыкновенной температуре [12].

Таким путем можно получить без особых потерь, почти целиком, весь глицерин из сброженной жидкости. Если он образовался из жидкости, бродившей под влиянием достаточного, но не избыточного количества пивных дрожжей, он может считаться чистым [13].

Когда употребляют гораздо больше дрожжей, чем требуется соответственно количеству сахара, взятого для опыта, глицерин получается менее чистым. Это объясняется тем, что дрожжи содержат очень небольшое количество веществ, растворимых в смеси спирта и эфира [14].

---

[12] Если глицерин высушить в вакууме и продолжать его там выдерживать, то вес его уменьшается. Ежедневное взвешивание, начиная с этого момента, показывает, что вес глицерина уменьшается пропорционально времени пребывания его в вакууме. Летом потеря веса за 24 часа равняется 12—15 мг на 3 г глицерина.

[13] Если брожение не вполне закончилось, глицерин содержит минимальные количества некристаллизующегося сахара, растворенного в смеси спирта и эфира. Его легко обнаружить раствором Фелинга.

[14] 250 г дрожжей, имеющих вид теста и содержащих 40 г сухого вещества

Это быстро узнается по привкусу глицерина. Ничтожное количество этих посторонних продуктов уже придает ему горький и острый привкус. Кроме того, глицерин должен растворяться без остатка в смеси спирта и эфира или в чистом спирте. Повторяю, загрязнение происходит только от веществ, о которых я только что говорил, и в нашей власти уменьшить их, насколько мы хотим, и, во всяком случае, отдельно их количественно определить, чтобы потом вычесть их вес из общего веса полученного глицерина. Само по себе брожение не дает никаких продуктов, которые могли бы загрязнить глицерин, экстрагированный описанным выше образом [15].

при 100°, кипятят с 1 л воды в течение нескольких часов. После фильтрования полученная прозрачная жидкость выпаривается, и высушенный экстракт обрабатывается в вакууме смесью спирта с эфиром.

Остаток от эфирно-спиртовой смеси равнялся 0,739 г, что соответствует 1,847 г на 100 г сухих дрожжей. Для большей точности можно заставить бродить 100 г сахара, использовав для этого количество дрожжей, содержащих только 1 г сухого вещества. Таким образом, сами дрожжи вводят в жидкость лишь минимальные количества вещества, способного впоследствии загрязнить глицерин, собранный указанным мною способом. Мало того, вещество, о котором я говорю, может быть вторично растворено при новой обработке смесью спирта с эфиром далеко не полностью. В моем же методе экстрагирования глицерина имеются две последовательные обработки смесью эфира со спиртом.

Вещество, которое выделяется эфирно-спиртовой смесью из дрожжевого экстракта, представляется весьма сложным. Оно содержит небольшие количества глицерина и янтарной кислоты, потому что дрожжи всегда получаются из сброженной жидкости. На вид оно восковидное, желтое. Оно обладает особым запахом, который передается глицерину, полученному посредством брожения, или, вернее, воздуху под стеклянными колпаками, под которыми производится его высушивание. Оно имеет чрезвычайно острый вкус. Попав даже в небольшом количестве в глицерин, оно придает ему неприятный вкус и увеличивает его вязкость. Оно вспучивается и обугливается при прокаливании, оставляя очень мало растворимой щелочной золы.

Наконец, это вещество легко растворимо в воде, за исключением небольшого количества жирового вещества, оседающего во время выпаривания по всей высоте стенок чашки в виде очень тонкого блестящего, почти невидимого слоя. Оседание на стенках объясняется тем, что это жировое вещество образует на поверхности воды тонкую пленку, которая отлагается на стенках сосуда на различной высоте соответственно уровню выпариваемой жидкости.

[15] Когда я впервые среди продуктов спиртового брожения обнаружил гли-

§ 3. Частный случай применения описанного выше метода анализа

В сосуд, снабженный газоотводной трубкой, погруженной в воду, помещают для сбраживания следующие вещества (в г):

Кристаллический сахар очищенный	100,0 г
Чистая вода	700,0 »
Влажные дрожжи	6,254 »

Вследствие небольшого количества взятых дрожжей брожение длится очень долго.

Другая порция тех же дрожжей весом в 8,254 г, высушенная при 100°, дает сухой остаток, равный 1,582 г.

Таким образом, взятые 6,254 г дрожжей содержали только 1,198 г сухого вещества.

После того как прекращение выделения газа и проба с раствором Фелинга показали, что весь сахар исчез, жидкость была профильтрована, осадок дрожжей собран на взвешенный фильтр и взвешен после высушивания при 100°.

После выпаривания при соблюдении всех тех мер предосторожности, на которые я уже указывал, жидкость становится сиропообразной, в ней появляются в большом количестве чешуйчатые кристаллы янтарной кислоты. Но кристаллизация происходит только в исключительных случаях, когда взято очень небольшое количество дрожжей. Это объясняется тем, что в таких случаях количество белковых

церин, я мог получить его в чистом виде только путем перегонки остатка от выпаривания сброженных жидкостей в вакууме при температуре около 200°.

Вот анализ глицерина, добытого таким образом и имеющего сладкий, пригорелый вкус:

Вес вещества	0,421
Угольная кислота	0,605
Вода	0,336

Отсюда выводим:

	Найденный	Вычисленный
Углерод	39,21	39,13
Водород	8,86	8,69

веществ, перешедших из дрожжей в сбраживаемую жидкость, сравнительно невелико. Янтарная же кислота не кристаллизуется, если дрожжи дают большое количество растворимых веществ.

Остаток после выпаривания многократно обрабатывается в вакууме смесью эфира и спирта. Из него получается коричневая пластичная масса, которая, будучи растворена в воде и высушена, представляет собой чрезвычайно сложное вещество с содержанием азота, равным для данного случая 3,8%.

Растворенное в сахарной воде, оно может, после прибавления нескольких свежих дрожжевых клеток, дать начало спиртовому брожению. Оно имеет свойства и состав водного дрожжевого экстракта [16].

Жидкая спиртово-эфирная смесь после выпаривания была нейтрализована известковой водой, причем для насыщения потребовалось 0,350 г этой щелочи. Это количество извести, при наличии одной янтарной кислоты, соответствовало бы 0,737 г этой кислоты.

Нейтрализованная жидкость, выпаренная с соблюдением всех указанных предосторожностей, вновь обрабатывается смесью эфира со спиртом, которая на этот раз растворяет только глицерин, оставляя нетронутым янтарнокислый кальций. Эта соль совсем не растворяется в смеси спирта с эфиром. Новая жидкость, содержащая в растворе глицерин, осторожно выпаривается с теми же мерами предосторожности. После нескольких дней высушивания в вакууме вес глицерина равняется 3,640 г. В этом состоянии без дальнейшей очист-

---

[16] Этот экстракт сброженной жидкости гигроскопичен, часто имеет запах карамели или жареного хлеба. Его физические и химические свойства близки к свойствам экстракта промывных вод обыкновенных дрожжей. Но разница выступает тем отчетливее, чем больше брожение истощило дрожжи, чем меньше было дрожжей и чем больше сахара. Дело в том, что во время брожения происходит постоянный обмен между растворимыми и нерастворимыми частями дрожжей. Экстракт из сброженной жидкости содержит все меньше и меньше фосфорнокислого магния. Эта соль постепенно превращается в составную часть тех новых дрожжей, под влиянием которых и осуществляется брожение. Наконец, экстракт из сброженной жидкости оказывается тем менее пригодным для брожения, чем более истощены дрожжи бродильной жидкости, из которой он получается.

ки глицерин был подвергнут анализу, который дал следующие результаты.

0,410 г вещества дало 0,583 г угольной кислоты и 0,321 г воды и соответственно:

	Найдено	Вычислено
Углерода	38,78	39,13
Водорода	8,70	8,09

Нерастворимый остаток после последней обработки смесью эфира и спирта представляет собой зернистую кристаллическую массу, местами загрязненную роговидным гигроскопическим веществом, которое может быть легко удалено. Для этого достаточно оставить соль в 80° спирте при обычной температуре на целую ночь. Взбалтывать не нужно. Чашка закрывается только стеклянной пластинкой.

После этого остается кристаллический янтарнокислый кальций, едва окрашенный и имеющий после высушивания на масляной бане состав, соответствующий в точности формуле янтарнокислого кальция: $C_8H_4O_62CaO$ [17].

---

[17] Янтарнокислый кальций, обработанный малым количеством серной кислоты и затем растворенный в спирте, легко отдает свою кислоту.

Эта кислота, перекристаллизованная и высушенная в сухом воздухе, имеет все физические и химические свойства обычной янтарной кислоты. Результаты ее анализа следующие:

Вес вещества	0,5345
Угольная кислота . . .	0,793
Вода	0,254

Отсюда выводим:

Углерод	40,45
Водород	5,27
Кислород	54,28
	100,00

По формуле $C_8H_6O_8$ кристаллическая янтарная кислота содержит:

Углерода	40,68
Водорода	5,08
Кислорода	54,24.
	100,00

Его вес равнялся 0,890 г, что соответствует 0,673 г янтарной кислоты. Вес извести, необходимой для насыщения, соответствовал, как я уже указывал, 0,737 г янтарной кислоты. Разница произошла из-за того, что не вся известь пошла на насыщение янтарной кислоты. Часть извести израсходована на нейтрализацию того некристаллизующегося вещества (играющего роль кислоты с высоким эквивалентом), которое загрязняет янтарнокислый кальций и может быть удалено при помощи 80° спирта. Это вещество образуется во время брожения в результате различных изменений, которые происходят в составных частях самих дрожжей. При сбраживании 100 г сахара вес этого вещества обычно не превышает 0,1—0,2 г. Но он изменяется в зависимости от веса взятых дрожжей. Этого вещества тем больше, чем меньше взято дрожжей. В нашем случае вес его достиг 0,500 г. Это обстоятельство интересно потому, что дает повод считать вещество, загрязняющее янтарнокислый кальций, продуктом ненормального изменения дрожжевых клеток. Чем меньше взято дрожжей, тем более дезорганизованы клетки и тем больше увеличивается вес веществ, являющихся продуктами этой дезорганизации.

В общем, употребив 100 г сахара и 1,198 г дрожжей, мы получили к концу брожения:

Янтарной кислоты $C_8H_6O_8$ . . .	0,673
Глицерина	3,640
Всего	4,313

Мы увидим дальше, что количество сахара, которое не укладывается в уравнение Лавуазье и Гей-Люссака, значительно выше, чем может казаться на основании этих цифр. Довольно значительное количество сахара превращается, кроме того, в другие продукты, отличные от янтарной кислоты и глицерина.

Но прежде займемся вопросом, принимают ли дрожжи участие в образовании тех новых веществ, которые были нами обнаружены среди обычных продуктов спиртового брожения.

§ 4. Элементы янтарной кислоты и глицерина заимствуются из сахара. Элементы дрожжей в этом участия не принимают

Произведенное в предыдущем опыте сравнение весовых отношений глицерина и дрожжей в достаточной степени показало, что элементы глицерина получаются из сахара без всякого участия составных частей дрожжей. Употребив 1,198 г дрожжей, мы получили 3,6 г глицерина.

Но в отношении янтарной кислоты это не так очевидно. Следующий опыт был поставлен таким образом, чтобы получить весовое количество янтарной кислоты, превышающее общий вес составных частей фермента. Этот опыт следует считать решающим.

Я прибавил к 100 г раствора чистого кристаллического сахара 0,385 г белковых и минеральных веществ, пригодных для размножения дрожжевых клеток. Чтобы получить эти вещества и узнать их вес, достаточно прокипятить свежие дрожжи с дистиллированной водой, жидкость профильтровать и разделить ее потом на две части, из которых одна выпаривается досуха и высушивается при 100° для того, чтобы узнать общее количество вещества, заключенного в определенном объеме жидкости.

Это растворимое вещество как нельзя более пригодно для размножения дрожжевых клеток, если его смешать с сахарной водой, а затем засеять несколькими свежими дрожжевыми клетками [18].

---

[18] Г-н Колен, я полагаю, был первым химиком, обратившим внимание на то, что промывные воды дрожжей являются прекрасным источником для образования фермента. В чрезвычайно интересной работе, представляющей необходимое дополнение к гипотезе Фаброни и мемуару г-на Тенара («Mémoire sur la fermentation vineuse. Annales de chimie», t. 46, an. XI, p. 294—320), основываясь на разрозненных фактах, г-н Колен («Mémoire sur la fermentation du sucre. Annales de chimie et de physique», 2-e sér., t. 28, 1825, p. 128—142; Mémoire sur la fermentation (2 partie). Ibid., t. 30, 1825, p. 42—64), смог доказать возможность образования спирта в сахарных жидкостях, к которым он добавлял мучное тесто, клейковину, говядину, яичный белок, творог, мочу, рыбий клей, кровь... Но из всех веществ, употребленных г-ном Коленом, наиболее пригодными для брожения оказались промывные воды пивных и виноградных дрожжей или экстракты из них.

К жидкости, содержащей 100 г сахара и 0,385 г минеральных и белковых веществ, я прибавил, согласно этим указаниям, минимальное, так сказать, невесомое количество свежих дрожжей. Клетки, ассимилируя сахар, минеральные и белковые вещества, размножились, и вместе с этим сахар начал бродить.

Брожение продолжалось несколько месяцев и все же не дошло до конца, так как был взят большой избыток сахара. Я остановил процесс, когда он зашел достаточно далеко для того, чтобы служить моим целям.

Количественное определение оставшегося сахара, произведенное при помощи медного реагента, показало, что в жидкости имелось еще 30,941 г сахара. Затем я выяснил, что количество образовавшейся янтарной кислоты равнялось 0,47 г. Иными словами, вес янтарной кислоты превысил вес растворимой части взятых дрожжей.

С другой стороны, остаток дрожжей после высушивания при 100° весил 0,400 г. Следовательно, янтарная кислота, как и глицерин, получается из сахара.

Элементы дрожжей не принимают никакого участия в образовании этих продуктов.

§ 5. Глицерин, янтарная кислота, спирт и угольная кислота не являются единственными продуктами спиртового брожения

Вернемся к количественному определению различных веществ брожения, уже изученному в § 3, и остановимся главным образом на

По всей вероятности, именно благодаря этих фактам очень многие стали считать, что способность к сбраживанию заключена в жидкой части дрожжевых клеток. Нетрудно убедиться, что это не так. Брожение начинает выявляться только тогда, когда уже имеются вполне сформировавшиеся дрожжевые клетки. Растворимая часть клеток представляет собой лишь такое же питательное вещество, пригодное для развития этих клеток, как и большое количество белковых веществ. Любое из этих веществ, если непосредственно оно не может служить питательным материалом для пивных дрожжей, может под влиянием действия микроскопических грибков или инфузорий спонтанно превратиться в питательный материал для пивных дрожжей. Все вещества, при помощи которых г-ну Колену удавалось вызвать спиртовое брожение сахара, были не чем иным в его опытах, как азотистой пищей самопроизвольно появившихся дрожжей.

составных частях самих дрожжей и на роли, которую сахар может играть в изменениях их тканей.

Общий вес взятых дрожжей равнялся 1,198 г.

Определив: 1) вес дрожжей, собранных на взвешенном фильтре и высушенных при 100°; 2) вес экстрактивных веществ, оставшихся нерастворенными при первой обработке спиртом и эфиром; 3) вес вещества, загрязнявшего янтарнокислый кальций и удаленного 80° спиртом, я нашел (все взвешивания производились при одинаковых условиях, и все вещества высушивались при 100° до постоянного веса) следующие величины:

Дрожжи — осадок после брожения	1,700 г
Экстракт, не растворяющийся в спирте и эфире	0,631 »
Вещество, загрязняющее янтарнокислый кальций	0,500 »
	2,831 г

Вычитая первоначальный вес дрожжей, равный 1,198 г, получаем остаток 1,633 г, который представляет собой избыток веса дрожжей и их растворимых веществ после брожения над первоначальным их весом. Следовательно, 100 г сахара отдали дрожжам больше 1,5 г веществ [19].

Мы увидим, что этот вес слагается в значительной степени из целлюлозы * новых клеток, образовавшихся во время самого брожения. Как бы то ни было, мы увидим, что дрожжи берут что-то от сахара. Прибавляя то, что сахар отдает таким образом, к весу глицерина и янтарной кислоты, мы находим:

Глицерин	3,640
Янтарная кислота	0,673
Целлюлоза и неизвестные вещества[20]	1,633
	5,946

[19] Сахар редко отдает дрожжам такое большое количество веществ. Это происходит только в случаях брожения при большом избытке сахара. Обыкновенно результат колеблется между 1,0 и 1,5 г и может опуститься ниже 1 г на 100 г сахара при брожениях в присутствии белковых веществ и при употреблении лишь строго необходимого для возникновения типичного спиртового брожения количества дрожжей.

[20] В моих многочисленных анализах сброженных растворов тростниковогс сахара отношение — по весу — янтарной кислоты к глицерину было достаточно

Мы еще не закончили изучения тех превращений сахара, которые не предусматриваются теоретическим уравнением $C_{12}H_{12}O_{12} = 4CO_2 + 2C_4H_6O_2$. Продолжим их в другом чрезвычайно интересном направлении.

§ 6. Уравнение спиртового брожения

Внимательный анализ описанных выше результатов легко приводит нас к следующим важным соображениям.

Сравним формулы сахара, янтарной кислоты и глицерина.

Способный к брожению сахар	$C_{12}H_{12}O_{12} = 180$	C=6;
Янтарная кислота	$C_8H_6O_8 = 118$	H=1;
Глицерин	$C_6H_8O_6 = 92$	O=8.

С первого взгляда видно, что янтарная кислота беднее, а глицерин богаче водородом, чем сахар, и что если сложить эквиваленты янтар-

---

постоянным. Это дало мне право отнести наблюдавшиеся отклонения за счет неизбежных во всяком анализе методических погрешностей. Однако в одном случае я нашел отношение янтарной кислоты к глицерину, резко отличающееся от обычного. Вот детали анализа этого брожения. Для брожения было взято 100 г кристаллического сахара и 10 г промытых дрожжей, в виде теста. Сброженная и профильтрованная жидкость выпаривалась с соблюдением всех необходимых мер предосторожности. Для ее нейтрализации потребовалось 180 см³ известковой воды, 88,9 см³ которой соответствовало 0,06125 г серной кислоты. Кристаллический и очищенный янтарнокислый кальций был собран и дал 0,427 г янтарной кислоты. Вес глицерина, наоборот, поднялся до 3,20 г. Если бы в этом брожении осуществилось обычное отношение янтарной кислоты и глицерина, вес янтарной кислоты равнялся бы приблизительно 0,6 г вместо 0,4 г. Чем был вызван этот исключительный результат, мне не ясно. Не было ничего, что могло бы объяснить мне это.

Вес вещества, загрязнявшего янтарнокислый кальций до его взвешивания и удаленного 80° спиртом, был равен 0,165 г и вес нерастворимого в смеси спирта и эфира экстракта сброженной жидкости — 0,874 г.

Микроскопический анализ дрожжей не обнаружил никаких признаков образования каких бы то ни было посторонних дрожжей.

ной кислоты и глицерина, то углерод, водород и кислород будут находиться в таких же соотношениях, как и в сахаре.

Другими словами, если бы анализ продуктов спиртового брожения дал нам вес глицерина и янтарной кислоты, в соотношении 92 к 118, было бы легко представить себе, что сахар может явиться источником этих двух продуктов. Но, напротив, отношение веса глицерина к весу янтарной кислоты вместо $\frac{92}{118} < 1$ равняется приблизительно $\frac{3,5}{0,7} = 5$.

Таким образом, физически невозможно, чтобы сахар давал глицерин и янтарную кислоту в указанных отношениях без одновременного образования другого какого-то продукта, более богатого кислородом или более бедного водородом, чем сам сахар. Но где искать этот богатый кислородом продукт? Большая разница между количествами глицерина и янтарной кислоты требует, чтобы он имел относительно большой вес. Сравнение формул сахара, глицерина и янтарной кислоты показывает, что вес тела, существование которого необходимо вытекает из соотношений двух последних продуктов, должен быть больше 1 г. Только в том случае, если оно оказалось бы угольной кислотой, вес его мог бы быть меньше.

Эти соображения, наряду с результатами анализов твердых продуктов брожения, привели меня к предположению, что равновесие между янтарной кислотой и глицерином устанавливается благодаря летучим продуктам брожения. Так как последние состоят из воды, спирта и угольной кислоты, то искомым уравновешивающим продуктом могла бы быть только угольная кислота. Точное количественное определение этого газа представляет поэтому особый интерес.

Точный количественный анализ этого газа оказывается, однако, гораздо более трудным, чем можно было ожидать [21].

---

[21] Хотя я не даю в этом мемуаре количественных определений спирта брожения, но я с большой тщательностью произвел несколько таких его определений. При этом я всегда находил указания на потерю 6% сахара. Это значит, что 6 весовых частей сахара из 100 не давали спирта.

Я тщательно пытался произвести количественное определение спирта брожения методом органического анализа. Мне кажется, что обычный способ пере-

Я испытал много различных методов. Наиболее простой оказался в то же время и наиболее удачным и, пожалуй, единственно пригодным. Он состоит в том, что сахар сбраживают в мерном, первоначаль-

гонки сброженной жидкости, за неимением лучшего, должен считаться наиболее пригодным и достаточно точным. Нужно только не забывать ставить на пути от сосуда, в котором происходит брожение, 2 или 3 предохранительные склянки для промывания. Таким образом можно удержать максимальное количество спиртовых паров, уносимых угольной кислотой. Чтобы удалить угольную кислоту, растворенную в сброженной жидкости, я производил перегонку после прибавления избытка баритовой воды. Что касается количественного определения спирта в перегнанной жидкости, то вот способ, который мне кажется чрезвычайно чувствительным. Количество образованного спирта приблизительно известно на основании веса сбраживаемого сахара. Я отвешиваю 2 порции абсолютного спирта с таким расчетом, чтобы их веса были возможно более близки и заключали между собой предполагаемый вес определяемого спирта. Каждая из порций спирта доводится до общего объема сброженной жидкости. Затем при одной и той же температуре в каждую из 3 жидкостей последовательно опускается для сравнения какой-нибудь спиртомер, хороший или плохой. Качество его не так важно, надо только, чтобы он был чувствителен. Определение окончено, когда одна из искусственно приготовленных жидкостей дает те же показания, что и перегнанная.

Вот образец брожения, в котором определялись спирт и другие продукты: 21 мая в термостат поставлены 9,998 г кристаллического сахара с 2,026 г тестообразных дрожжей и 100 г воды. 1 июня проба на сахар с медным реагентом дает отрицательные результаты. Под микроскопом не обнаружены ни молочнокислые, ни какие-либо другие дрожжи. Произведя анализ описанным способом, мы нашли 5,100 г спирта. Угольную кислоту не удалось собрать. Результаты брожения, произведенного с 1,440 г сахара и описанного на этой странице, позволяют заключить, что 9,998 г сахара должны были дать 4,911 г угольной кислоты. Кроме того, собрано 0,34 г глицерина, 0,065 г янтарной кислоты и 0,13 г целлюлозы и оставшихся неопределенными веществ.

Таким образом, 9,998 г кристаллического сахара дали:

Абсолютного спирта	5,100
Угольной кислоты	4,911
Глицерина	0,34
Янтарной кислоты	0,065
Целлюлозы и неизвестных веществ . .	0,13
Всего.	10,546

Как известно, 9,998 г кристаллического сахара формулы $C_{12}H_{11}O_{11}$ дают 10,524 г сахара $C_{12}H_{12}O_{12}$. Разница 10,546 — 10,524 = 0,022 очень мала и подтверждает

но наполненном ртутью сосуде, куда последовательно вводят сбраживаемые вещества. К несчастью, при этом способе можно оперировать только с очень небольшим количеством сахара, потому что трудно иметь дело с сосудами большого объема, наполненными ртутью. Сосуды, которыми я пользовался, имели объем в 350—450 см^3, включая горло. Вот подробный ход одного опыта.

Длинногорлая градуированная колба опрокидывается над ртутью. В первую очередь в нее вводится 1,440 г кристаллического сахара, затем 0,3 г свежих промытых дрожжей в виде шарика, имеющего консистенцию твердоватого теста. После этого в колбу вводят 8,980 г воды при температуре 15°. Затем колба ставится в термостат при температуре 25—33°.

15 дней спустя брожение было окончено. Я потом действительно убедился при помощи медного реагента, что следов сахара более не оставалось. Если бы уравнение



$$C_{12}H_{11}O_{11} + HO = 2C_4H_6O_2 + 4CO_2$$

соответствовало уравнению спиртового брожения, 1,440 г кристаллического сахара должны были бы дать 374,8 см^3 углекислого газа при 0° и 760 мм давления. Однако после всех поправок на температуру и давление я нашел для 0° и 760 мм объем газа, равный 358 см^3.

Разница между теоретическим и найденным объемами составляет 16,8 см^3. 16,8 см^3 угольной кислоты весят 0,0332 г и соответствуют 0,0645 г кристаллического сахара. Таким образом, исходя из имеющегося количества угольной кислоты, мы находим, что 0,0645 г из общего количества в 1,440 г взятого сахара исчезли, не подчинившись теоретическому уравнению. Это соответствует потере 4,4% сахара, взятого для опыта [22].

общие результаты моей работы, так как та часть кристаллического сахара, которая превращается в янтарную кислоту, глицерин и угольную кислоту, фиксирует гораздо больше воды, чем если бы она прошла через стадии сахара $C_{12}H_{12}O_{12}$, чтобы затем подчиниться теоретическому уравнению Лавуазье и Гей-Люссака.

[22] Эти опыты очень капризны. Определения надо производить зимой, когда температура близка к нулю, чтобы величина поправки имела наименьшее зна-

Теперь посмотрим, совпадают ли эти данные с результатами анализа сброженной жидкости, которую легко собрать без потерь. Сперва я убедился в том, что следов сахара не осталось. После фильтрования и осторожного выпаривания я нейтрализовал жидкость известковой водой. На это пошло 4.3 см^3 известковой воды, 28 см^3 которой нейтрализуют 0,061125 г серной кислоты — SO_3HO. Сделав соответствующие расчеты и перечислив их на 100 г сахара, мы нашли, что образовалось 0,784 г янтарной кислоты. Эта величина, как мы знаем, должна считаться несколько завышенной, так как небольшое коли-

---

чение. Еще лучше пользоваться жестяной муфтой, благодаря которой можно обложить колбу льдом. При этом условии опыты можно ставить во всякое время года. На горлышко опрокинутой колбы насаживается пробковый щиток (рис. 1). Муфта прикрепляется к пробке. Стеклянная трубка, закрепленная в пробке, служит для оттока растаявшего льда.

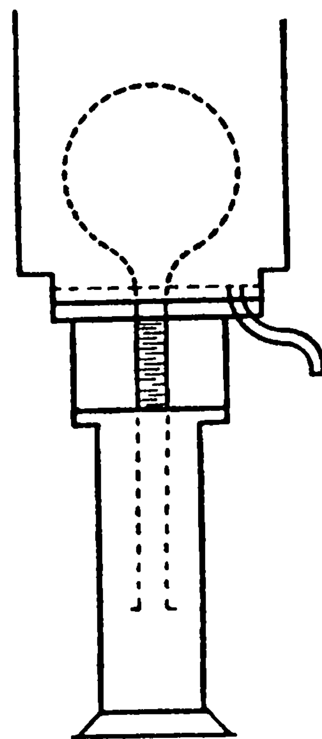


Рис. 1

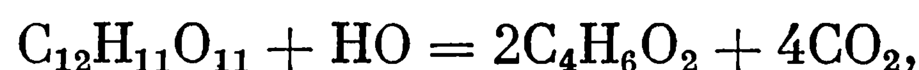
Лучше пробку расположить на такой высоте, чтобы вся часть колбы, занятая газом, была целиком погружена в лед и чтобы сбраживаемая жидкость помещалась в той части горлышка, которая находится между пробкой и уровнем ртути в цилиндре, когда ртуть внутри баллона и снаружи в цилиндре находится на одном и том же уровне. Если бы сбраживаемая жидкость была частично погружена в лед, ее температура осталась бы неизвестной, и имелись бы сомнения относительно поправки на растворимость угольной кислоты в этой жидкости.

чество извести идет на нейтрализацию не янтарной, а другой кислоты. Сами дрожжи вносят некоторое количество кислоты. 0,3 $см^3$ известковой воды пошло на нейтрализацию кислот навески дрожжей, равной по весу взятым дрожжам. Все это уменьшает количество янтарной кислоты до 0,7% от веса сахара.

Тщательно определенный вес глицерина дал 0,0505 г, что соответствует 3,5% от веса сахара.

Соотношение различных продуктов брожения здесь очень близко к тому, что мы имели при брожении 100 г сахара, подробный анализ которого был дан выше.

Таким образом, путем определения веса угольной кислоты мы должны были бы найти потерю не 4,4% сахара, а приблизительно 6%, так как к весу глицерина и янтарной кислоты нужно прибавить, с одной стороны, прибыль веса дрожжей и, с другой — вес веществ, которые следует ввести для восстановления уравнения между сахаром, глицерином и янтарной кислотой. Разница между теоретическим выводом и экспериментальными результатами должна была бы равняться не 16,8, а 22,2 $см^3$. Разность равна 5,4 $см^3$. Так как ошибка в определении объема угольной кислоты далеко не могла быть величиной этого порядка, то приходится допустить, что угольной кислоты было образовано больше, чем диктуется уравнением



$$C_{12}H_{11}O_{11} + HO = 2C_4H_6O_2 + 4CO_2,$$

относящимся к общему весу сахара в 1,440 г за вычетом $\frac{6}{100}$ этого веса. Иными словами, реакция, дающая янтарную кислоту и глице-

Операция по установлению этой поправки является наиболее деликатной. Чтобы ее вывести, я пользовался жидкостью, имеющей примерно состав сброженной жидкости. Я и получал прямым смешиванием воды, спирта, янтарной кислоты и глицерина и изучал растворимость в ней угольной кислоты в тех температурных условиях, в которых находилось содержимое колбы. Растворимость всегда была меньше, чем в чистой воде.

Что касается поправки на давление паров воды и спирта, я довольствовался таблицами для водяных паров. Эта поправка при 0° очень мала и не дает заметной ошибки, если жидкость даже и не представляет собой чистой воды.

рин, взятая в отдельности, дала бы некоторое количество угольной кислоты. Не приходится сомневаться в том, что равновесие между янтарной кислотой и глицерином, с одной стороны, и сахаром — с другой, восстанавливается этим избытком углекислого газа. Этого результата можно было ожидать не только исходя из разницы в отношении глицерина к янтарной кислоте и отсутствия среди продуктов брожения твердого сильно окисленного вещества; само количественное определение угольной кислоты фактически устанавливает, что образующийся объем этого газа превышает количество, требуемое уравнением Лавуазье и Гей-Люссака, если последнее относится ко всему количеству сахара, которого оно может касаться.

Остается, тем не менее, установить связь между элементами сахара и элементами янтарной кислоты, глицерина и угольной кислоты посредством такого уравнения, которое могло бы рассматриваться если не как точное, то как приближенное выражение фактов. «Я взял себе за правило,— писал Шеврель,— выяснить во всех моих анализах с той максимальной точностью, которая доступна современной науке, состав отдельных веществ». «Не будет никогда лишним повторять,— прибавляет знаменитый химик,— что анализ может считаться удовлетворительным лишь в той степени, в какой удалось отделить данное вещество от всего, что может быть от него отделено, при условии, что расщепленные вещества, сведенные к определенным химическим видам, дают в сумме вес анализируемого вещества» *. Я старался следовать этим мудрым правилам. Не только полезно, но и необходимо убедиться, что ум удовлетворяется, как это и говорит Шеврель, лишь при условии неуклонного применения этих правил во всех аналитических исследованиях.

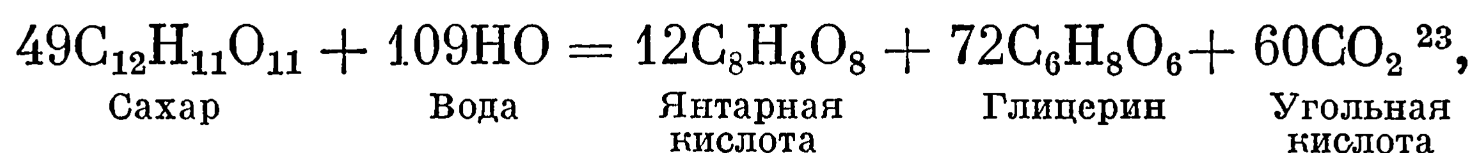
Следующее уравнение совпадает с результатами анализов. Я не решаюсь его назвать совершенно точным, но, вероятно, оно мало удалено от истины. Если бы можно было ввести в него в более полной степени детали явления, оно, по всей вероятности, упростилось бы. У меня нет достаточной уверенности, чтобы думать, что мне удалось обнаружить все продукты спиртового брожения в их точных соотношениях. Я смог заниматься только теми из них, которые играли значительную роль в весовом балансе и в определении объемов.

Здесь особенно важно действительное фактическое равенство между сахаром и суммой основных продуктов. Что касается химического уравнения, выраженного в эквивалентах, то может ли оно передать такой сложный акт? Одновременно с образованием спирта образуются угольная кислота, янтарная кислота, глицерин, целлюлоза, жировые вещества. Кроме того, несомненно, образуется много других веществ, может быть, не менее важных для жизни клеток и, следовательно, для химического превращения сахара, чем два последних вещества, хотя их вес и должен быть чрезвычайно ничтожным.

Наука еще недостаточно ушла вперед, чтобы можно было надеяться выразить точным уравнением химический акт, соответствующий жизненному явлению.

Однако я признаю, что можно было бы сомневаться в точности моих результатов, если бы не удалось установить равенство между сахаром и основными веществами, сопровождающими угольную кислоту и спирт, так как, со своей стороны, эти два последних продукта, кажется, образуют уравнение с частью сахара. Именно с этой точки зрения и с указанными оговорками следует рассматривать приводимое ниже уравнение.

Мы находим, что 4,5 г кристаллического сахара, расщепляясь согласно уравнению

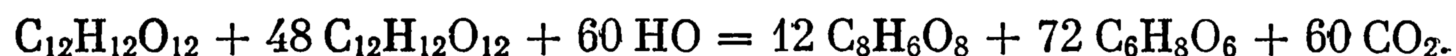


$$49C_{12}H_{11}O_{11} + 109HO = 12C_8H_6O_8 + 72C_6H_8O_6 + 60CO_2$$ [23],

Сахар, Вода, Янтарная кислота, Глицерин, Угольная кислота

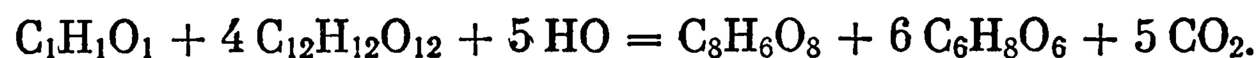
---

[23] Это уравнение может иметь такой вид:



$$C_{12}H_{12}O_{12} + 48\,C_{12}H_{12}O_{12} + 60\,HO = 12\,C_8H_6O_8 + 72\,C_6H_8O_6 + 60\,CO_2.$$

Разделив все коэффициенты на 12, мы получаем:



$$C_1H_1O_1 + 4\,C_{12}H_{12}O_{12} + 5\,HO = C_8H_6O_8 + 6\,C_6H_8O_6 + 5\,CO_2.$$

Нельзя ли себе представить, что небольшое количество целлюлозы и воды, представленное весом $C_1H_1O_1$, вступает в реакцию с весом сахара, равным $4\,C_{12}H_{12}O_{12}$, чтобы путем присоединения $5\,HO$ образовать количество янтарной кислоты, глицерина и угольной кислоты, указанные во второй части последнего уравнения?

дают:

Янтарной кислоты	0,760
Глицерина	3,607
Угольной кислоты	0,708
Всего	5,075

Количества глицерина и янтарной кислоты мало отличаются от количеств, полученных в опыте со сбраживанием 100 г сахара. Угольной кислоты как раз столько, сколько требуется. Действительно, если взять 0,708% от 1,440 г сброженного сахара, о котором мы только что говорили, мы получим 0,010 г, а 0,010 г угольной кислоты составляют 5 см^3 углекислого газа. Это именно и есть избыток газа брожения, вычисленный по соответствующим ему весовым количествам веществ, не являющихся ни спиртом, ни углекислотой.

Все сказанное приводит к необходимости допустить, что независимо от янтарной кислоты, глицерина и других продуктов, которые мы будем дальше рассматривать и в числе которых находится целлюлоза, образуется угольная кислота, тесно связанная с наличием янтарной кислоты и глицерина и восстанавливающая равновесие (уравнение) между этими продуктами и сахаром.

§ 7. Добавление к предыдущему параграфу

Когда я уже закончил количественные определения образующегося во время брожения углекислого газа, о которых я только что говорил, я установил совершенно неожиданный факт, который заставил меня несколько усомниться в правильности определений и выводов предыдущего параграфа. Я заметил, что избыток дрожжей, оставленный в присутствии небольшого количества сахара, сперва его расщепляет обычным образом. Затем дрожжи начинают чрезвычайно активно действовать на свои собственные ткани и дают относительно значительные количества угольной кислоты и спирта. У меня вполне естественно возник вопрос, нельзя ли приписать избыток углекислого газа в опытах, аналогичных описанному в предыдущем параграфе, именно этому сбраживанию углеводистых веществ дрожжей, происходящему после исчезновения сахара.

Для решения этого вопроса был найден верный способ. Нужно было вызвать брожение сахара при помощи белкового вещества и ничтожного, почти невесомого количества дрожжей, употребленных в качестве посевного материала. Таким путем могло бы образоваться лишь необходимое для расщепления сахара количество дрожжей. Целлюлоза вновь образованных дрожжей являлась бы продуктом того же сахара. Поэтому если бы даже дрожжи и разложились частично, то продукты этого разложения в итоге оказались бы не чем иным, как продуктами сброженного сахара.

Я вновь проделал опыт, подобный описанному в предыдущем параграфе, взяв вместо обычных дрожжей лишь вещества, из которых они могли образоваться под влиянием нескольких свежих и зрелых клеток.

В баллон емкостью в 400 см^3 с делениями на шейке я ввел сперва 1,498 г сахара, затем 0,165 г минеральных и белковых веществ, растворенных в 10,2 см^3 чистой воды и смешанных с ничтожно малым количеством свежих дрожжей. Через 8 дней брожение было окончено. После того как были произведены все поправки, общий объем углекислого газа при 0° и 760 мм давления оказался равным 372,8 см^3.

Согласно теоретическому уравнению, из 1,498 г кристаллического сахара должно было образоваться 389,9 см^3 углекислоты. Разница составляет 17,1 см^3 углекислоты. Она соответствует 4,38% потери в весе сахара. Тот же результат мы имели в предыдущем параграфе. Потеря сахара, вычисленная по количеству угольной кислоты, оказывается на 1,5% меньше найденной.

Источника ошибки, которого я боялся, следовательно, не существует. Мы можем спокойно принять, что небольшие количества дрожжей, после того как они произвели сбраживание сахара, настолько теряют свою активность, что уже не могут частично разрушать сами себя. Вся освободившаяся угольная кислота происходит, таким образом, исключительно за счет сахара, подвергнутого брожению. Во второй части этого мемуара я вернусь к этим замечательным фактам, которые, несомненно, прольют свет на природу и способ действия пивных дрожжей.

§ 8. Янтарная кислота и глицерин являются постоянными продуктами спиртового брожения

Я проанализировал описанными способами значительное количество случаев спиртового брожения, протекавшего в самых различных условиях. Я менял температуру, давление, вес дрожжей, вес сахара, вид сахара, природу и происхождение дрожжей, щелочность и кислотность среды. В некоторых случаях я пользовался вполне организованными дрожжами. В других — я заставлял их самопроизвольно развиться вследствие соприкосновения жидкости с воздухом или путем посева свежих клеток зрелых дрожжей. Несмотря на все обилие и разнообразие условий, я ни разу не имел основания усомниться в образовании глицерина и янтарной кислоты. Они являются, так же как угольная кислота и спирт, постоянными продуктами спиртового брожения[24]. Мы увидим, что сюда надо прибавить довольно значи-

[24] Приводимая ниже таблица представляет некоторые результаты, относящиеся к брожению главных сбраживаемых сахаров.

Данные этой таблицы показывают, что все сахара в результате брожения дают янтарную кислоту и глицерин.

Для того чтобы определить количественные изменения янтарной кислоты и глицерина для различных сахаров, следовало бы брать более значительные весовые количества сахара. Тем не менее, так как условия брожения, иллюстрируемые в этой таблице, были строго одинаковы, я позволю себе заключить, что:

1) лактоза и некристаллизующийся сахар * дают наибольшие количества янтарной кислоты и глицерина;

2) кристаллический сахар требует образования наименьшего количества дрожжей для полного сбраживания;

3) глюкоза бродит быстрее всех.

Я должен добавить, что по вопросу о сравнительном изучении брожения глюкозы и тростникового сахара и о необходимых количествах дрожжей для сбраживания этих сахаров г-н Розе опубликовал результаты, которые находятся в явном противоречии со многими моими наблюдениями. Я считаю эти результаты, несомненно, преувеличенными (Rose. Über die Gährungsfähigkeit der Zuckerarten. Annalen der Physik u. Chemie, 52, 1841, p. 293—297). Для того чтобы вызвать одинаковый бродильный процесс, по г-ну Розе, нужно взять в 8 раз больше дрожжей для тростникового сахара, чем для глюкозы. При одинаковых же и небольших количествах дрожжей брожение глюкозы заканчивается в несколько дней, тогда как брожение тростникового сахара равняется

тельное количество целлюлозы, происшедшей из сахара, и жирового вещества. Эти вещества фиксируются клетками, образование и развитие которых тесно связано со всяким спиртовым брожением.

Тут возникает деликатный вопрос, окончательное разрешение которого чрезвычайно трудно. Наша привычка рассматривать спиртовое брожение, как чрезвычайно простое явление, дает многим повод считать глицерин и янтарную кислоту побочными продуктами спиртового брожения, связанными, может быть, с другим, протекающим

нулю даже спустя несколько месяцев. Глюкоза бродит несколько лучше и быстрее, чем тростниковый сахар, но разница не представляет ничего чрезмерного, и количества дрожжей, потребные для полного сбраживания этих двух сахаров, являются величинами одного и того же порядка.

	9,873 г лактозы. 20 см³ дрожжевой воды. Следы дрожжей	9,948 г лактозы 20. см³ дрожжевой воды. Следы дрожжей	9,814 г глюкозы.20 см³ дрожжевой воды. Следы дрожжей	9,976 г некристаллического сиропообразного сахара. 20 см³ дрожжевой воды. Следы дрожжей	9,899 г кристаллического сахара. 20 см³ дрожжевой воды. Следы дрожжей
Вес образовавшихся дрожжей	0,191	0,192	0,170	0,136	0,152
Вес экстракта, оставшегося в сброженной жидкости . . .	—	—	0,295	—	0,260
Вес янтарной кислоты . . .	—	0,075	0,066	0,058	0,068
Вес глицерина	—	0,338	0,297	0,28	0,288
Длительность брожения . . .	14 дн.	14 дн.	10 дн.	13 дн.	11 дн.

Вес янтарной кислоты несколько преувеличен, так как расчеты производились по количеству извести, необходимой для нейтрализации.

Вес экстракта, полученного из сброженной жидкости, наоборот, несколько преуменьшен, так как он не включает части, связанной янтарнокислыми солями.

Я называю *лактозой* * сахар, образованный из сахара молока действием кислот. Он был кристаллическим и терял 2,8% веса при 100°.

параллельно, брожением, возникшим под влиянием особых и неизвестных причин. Тогда приходится считать, что часть сахара расщепляется на спирт и угольную кислоту. Расщепление сахара на спирт и угольную кислоту оказалось бы, таким образом, не только теоретически возможным, но и практически осуществимым при спиртовом

Глюкоза получалась из тростникового сахара инверсией кислотами. Она хорошо кристаллизовалась и теряла 9,03% веса после четырехдневного пребывания при температуре в 100°.

Некристаллизующийся сахар происходит из тростникового сахара, инвертированного действием кислот. Сахар, оставленный на 2 года в виде сиропа, после выделения кислоты дал правовращающую кристаллическую глюкозу и левовращающий некристаллизующийся сироп. В 9,976 г сиропа содержалось 6,98 г сахара $C_{12}H_{12}O_{12}$, определенного с помощью медного реагента и высушенного при 100°.

20 $см^3$ дрожжевой воды содержали 0,334 г белковых и минеральных веществ.

Вопрос о предварительном превращении при брожении тростникового сахара в виноградный много обсуждался. Говорили, что тростниковый сахар не сбраживается непосредственно: он должен сперва превратиться в виноградный сахар. Способность превращения тростникового сахара считалась присущей растворимой части пивных дрожжей.

Все, что написано по этому поводу, не подкреплено достаточными доказательствами. Я лично считаю, что образование виноградного сахара происходит просто благодаря постоянному образованию янтарной кислоты. Явление это имеет чисто побочный характер, и нет никакой необходимости, чтобы тростниковый сахар, для того чтобы начать бродить, сперва превращался в виноградный, если только под этим не подразумевают, что тростниковый сахар может расщепиться на спирт и угольную кислоту только после присоединения 1 эквивалента воды *.

Иными словами, я не думаю, чтобы дрожжевые клетки обладали особой способностью к превращению тростникового сахара в виноградный. Но сахар должен претерпевать в присутствии янтарной кислоты те изменения, которые обычно происходят под влиянием кислот. Янтарная же кислота, как известно, является постоянным продуктом спиртового брожения.

Полезно бы выяснить, дают ли также мелитоза, трегалоза и мелецитоза **, способные к брожению сахара, указанные в последнее время г-ном Бертло («Sur le tréhalose, nouvelle espéce de sucre». C. r. de l'Acid. sci., t. 46, 1858, p. 1276—1279. «Sur le mélézitose, nouvelle espéce de sucre». Ibid., t. 47, 1858, p. 224—227), янтарную кислоту и глицерин. Очень вероятно, что это окажется именно так.

брожении, где мы имели бы пример двух одновременных химических реакций, протекающих под действием двух различных сил[25].

Если в каких-нибудь частных случаях мне удалось бы получить брожение сахара без образования янтарной кислоты и глицерина, я бы, конечно, остановился на этой точке зрения. Но я ни разу не получил таких результатов, хотя проанализировал больше 100 брожений, проведенных в самых различных условиях. Количества этих продуктов иногда уменьшались, иногда увеличивались, но, в пределах точности моих анализов, их соотношение почти не изменялось. Ни в одном случае они не исчезли.

Количественные изменения в содержании янтарной кислоты, глицерина и, следовательно, других продуктов брожения не должны нас поражать в процессе, где условия, создаваемые ферментом, сами так изменчивы. Меня удивляет, наоборот, закономерное постоянство результатов. Это вполне подтверждается многочисленными анализами, приведенными в этом мемуаре.

Я склонен считать процесс спиртового брожения явлением простым, единым и в то же время таким сложным, каким может быть лишь явление, тесно связанное с жизнью и дающее начало разнообразным и вместе с тем необходимым продуктам.

Физиологическая функция дрожжевых клеток, настоящих живых клеток, тесно связанная с их жизнью, заключалась бы в превращении сахара, подобно тому, как клетки молочной железы превращают

---

[25] Если бы глицерин и янтарная кислота являлись продуктами брожения, протекающего параллельно спиртовому, то пивные дрожжи, по всей вероятности, были бы смешаны с какими-нибудь другими дрожжами. Но многочисленные микроскопические исследования привели меня к заключению, что дрожжи остаются совершенно гомогенными, без всякой примеси, и что изменения наблюдаются только во внутренней структуре их клеток. Если под микроскопом и удается обнаружить что-нибудь, помимо клеток пивных дрожжей, то можно быть уверенным, что это какие-то новые дрожжи, возникшие случайно, в силу каких-то ненормальных условий. Об этом сразу свидетельствует состав среды. Продукты, характерные для этих посторонних дрожжей, находятся в растворенном состоянии в жидкости, но янтарная кислота и глицерин имеются при всяком нормальном брожении, и никакое другое вещество, отличное от спиртовых дрожжей, не может объяснить их образование.

элементы крови в различные составные части молока в соответствии с их жизнью и изменениями их тканей.

В настоящий момент моя вполне определившаяся точка зрения на природу спиртового брожения сводится к следующему. Химический процесс брожения представляет собою явление, тесно связанное с жизнью, начинающееся и оканчивающееся вместе с последней. Я думаю, что нет спиртового брожения без одновременного образования, развития и размножения клеток или продолжающейся жизни клеток уже сформировавшихся. Результаты исследований, приведенные в этом мемуаре, находятся, по-моему, в полном противоречии со взглядами г. г. Либиха и Берцелиуса.

Я придерживаюсь этой же точки зрения в отношении молочнокислого брожения, маслянокислого брожения, брожения винной кислоты и многих других брожений в собственном смысле этого слова, которые я последовательно буду изучать.

В чем же заключается, с моей точки зрения, химический процесс расщепления сахара и какова его глубокая причина? Я должен признаться, что я этого совершенно не знаю.

Можно ли сказать, что дрожжи питаются сахаром, выделяя его потом обратно как экскремент в форме спирта и угольной кислоты? Можно ли сказать, наоборот, что дрожжи, развиваясь, образуют вещество, подобное пепсину, которое действует на сахар, а затем, истощившись, исчезает, так как никакого подобного вещества в жидкостях обнаружить не удается? Я ничего не могу сказать по поводу этих гипотез. Я их не принимаю и не отвергаю.

Я не хочу выходить за пределы фактов. Факты же мне говорят только, что все брожения, в собственном смысле этого слова, тесно связаны с физиологическими процессами.

§ 9. О случайном образовании молочной кислоты при спиртовом брожении

В начале этого мемуара я упомянул об общепринятом воззрении химиков на природу кислоты, которая была впервые замечена Лавуазье среди продуктов спиртового брожения. Он принимал ее за уксусную кислоту. Позже ее стали считать молочной кислотой.

В действительности ни уксусная, ни молочная кислоты не являются продуктами спиртового брожения. Присутствие уксусной кислоты объясняется тем, что сброженная жидкость находилась в совершенно особых условиях в соприкосновении с воздухом. Что же касается молочной кислоты, то она также является случайным продуктом.

Многочисленные и точные опыты убедили меня в том, что во время спиртового брожения не образуется даже самого малого количества молочной кислоты [26].

Можно быть уверенным, что во всех случаях, когда появляется молочная кислота,— а это бывает очень редко, если не создавать специально благоприятных для этого условий,— пивные дрожжи смешаны с молочнокислыми *. Оба вида дрожжей существуют самостоятельно и вызывают характерные для них превращения. В этом случае можно постоянно находить в сброженной жидкости, кроме глицерина и янтарной кислоты, еще молочную кислоту и маннит, а также новую кислоту, на которую я в ближайшее время обращу внимание химиков.

Впрочем, нет ничего проще, как узнать под микроскопом во время брожения или после его окончания, смешаны ли пивные дрожжи с молочнокислыми. По своей форме, объему, движениям последние настолько отличаются от пивных дрожжей, что различить их нетрудно. Трудность возникает только в том случае, когда берутся пивные дрожжи, загрязненные пылью или посторонними телами, которые по размерам сходны с маленькими члениками молочнокислых дрожжей. В таком случае для их распознавания требуется некоторый навык. Но с предварительно отмытыми дрожжами оперировать легко. Пыль или мелкие посторонние тела, с которыми они смешаны, удаляются декантацией промывных вод или же оседают первыми на дно сосуда.

---

[26] Описанные в одном из предыдущих параграфов опыты, связанные с количественным определением угольной кислоты при спиртовом брожении, если их сопоставить с количественным определением янтарной кислоты и глицерина, достаточны для того, чтобы установить, что совсем не образуется молочной кислоты. Самое незначительное образование молочной кислоты должно было бы повлечь за собой значительное уменьшение объема угольной кислоты.

Наиболее точным химическим способом выяснения присутствия или отсутствия молочной кислоты является полный анализ сброженной жидкости. Этот анализ мало чем отличается от того, которым пользуются для отделения янтарной кислоты от глицерина. Я изложу его вкратце, так как вернусь к нему в подробном мемуаре о продуктах молочнокислого брожения.

Сброженная жидкость осторожно выпаривается и обрабатывается смесью спирта и эфира, которая растворяет глицерин, янтарную кислоту, молочную кислоту и новую кислоту, о которой я упомянул выше. Маннит и белковые вещества остаются нерастворенными.

Этот сложный раствор выпаривается и нейтрализуется чистой известковой водой. После нового выпаривания его обрабатывают эфирной смесью, растворяющей глицерин. Нерастворенный осадок кипятят с 90—95° спиртом. Последний растворяет молочнокислый кальций, не трогая ни янтарнокислой, ни другой соли кальция, так как они обе не растворяются в крепком спирте.

§ 10. Количественные изменения, наблюдаемые в соотношении продуктов брожения

Количества глицерина при брожении тростникового сахара под влиянием пивных дрожжей могут изменяться от 2,5 до 3,6% от веса сахара; количества янтарной кислоты — от 0,5 до 0,7%. Я никогда не находил величин, больших или меньших, чем только что указанные, за исключением вина, в котором количество этих веществ значительно увеличено. Что касается потерь сахара — я под этим подразумеваю количество сахара, не подчиняющееся теоретическому уравнению,— то они колеблются между 4,5 и 6,0%.

Эти количественные изменения глицерина, янтарной кислоты,... влекущие за собой соответствующие изменения количеств спирта и угольной кислоты, выдвигают важный вопрос, которого я могу, к сожалению, коснуться лишь слегка, именно — вопрос о причинах этих изменений. Все, что я могу сказать по этому поводу, заключается в следующих положениях.

Глицерина и янтарной кислоты образуется тем больше и спирта тем меньше, чем более продолжительно брожение, чем более истоще-

ны и старше дрожжи при наличии малого количества питательных веществ, или при наличии питательных веществ, мало пригодных для размножения дрожжевых клеток.

Брожения, вызванные посевом дрожжей, при избыточном количестве белковых и минеральных веществ, пригодных для развития клеток, дают меньше глицерина и янтарной кислоты и больше спирта.

Небольшая кислотность жидкости, мне кажется, уменьшает количества глицерина и янтарной кислоты. Это происходит, например, в случаях образования небольшого количества молочнокислых дрожжей. В нейтральной среде происходит обратное [27].

Я должен, однако, сказать, что в некоторых случаях, без того, чтобы я мог найти причину, мне приходилось наблюдать исключения из этих общих результатов моих анализов. Но что лучше всего показывает, что я охватил не вполне, а лишь некоторые стороны количественных изменений различных продуктов брожения,— это результаты, полученные мною при изучении вина. В вине обыкновенно находят очень большие количества глицерина и янтарной кислоты. Между тем брожение виноградного сока происходит в кислой среде в присутствии белковых и минеральных веществ, которые как будто больше всего соответствуют природе спиртовых дрожжей.

---

[27] Я приведу в дальнейшем соотношения, в каких образуются янтарная кислота и глицерин в присутствии мела или щелочей.

ВТОРАЯ ЧАСТЬ

ЧТО ПРОИСХОДИТ С ПИВНЫМИ ДРОЖЖАМИ ПРИ СПИРТОВОМ БРОЖЕНИИ?

§ 1. Обзор современного состояния учения о пивных дрожжах и их превращениях во время спиртового брожения

В 1680 г. Левенгук *, изучая под микроскопом пивные дрожжи, находит, что они состоят из очень маленьких сферических или яйцеобразных шариков. Но химическая природа этого вещества неизвестна. В мемуаре о брожениях, премированном в 1787 г. Флорентийской академией и прочитанном в Париже в Обществе любителей науки в 1799 г., итальянский ученый Фаброни, приводя различные взгляды и много ошибочных фактов, сближает и даже отождествляет дрожжи с клейковиной. Это был шаг вперед; этим указывалось место, которое дрожжи должны были занимать среди органических продуктов. Это относило дрожжи к животным веществам, как говорили тогда, т. е. к тем, которые дают при перегонке аммиак [28].

---

[28] См. критическое резюме Фуркруа о работе Фаброни (Fourcroy. Notice d'un Mémoire du cit. Fabroni sur la fermentation vineuse, putride, acéteuse et sur l'éthérification, lu à la Société philomatique le 3 fructidor, an VII; et réflexions sur la nature et les produits de cos phénoménes... Annales de chimie, t. 31, an VII, p. 299—327).

Брожение есть ни что иное, как разложение одного вещества другим, подобно разложению карбонатов кислотой или сахара азотной кислотой... Вещество, разлагающее сахар (при спиртовом вскипании), представляет собой растительно-животную субстанцию; оно находится как в винограде, так и в хлебном зерне в особых мешочках. Подобно тому как кислоту и карбонаты наливают в сосуд, так при раздавливании винограда смешивают эту клейковинообразную массу с сахаром. Как только оба эти вещества приходят в соприкосновение, начинается брожение или вскипание, так же, как это происходит при всяком другом химическом процессе» (Фаброни, стр. 301 и 302).

Это утверждение Фаброни до некоторой степени поставило в порядок дня вопрос о природе фермента.

Считалось, что Лавуазье разрешил трудности, касающиеся веществ, способных бродить. Но о природе вещества, вызывающего расщепление сахара, не имели ни малейшего представления. Поэтому в VIII г. *, т. е. спустя год после опубликования во Франции работы Фаброни, Отделение физических и математических наук Института объявило конкурс на разрешение следующего вопроса: «Каковы характерные черты, отличающие те из растительных и животных веществ, которые служат ферментом, от тех, которые подвергаются сбраживанию?» Г-н Тенар, ободренный предложением Института, взялся за разрешение этой проблемы. В XI г. ** он напечатал замечательный мемуар [29], в котором он занимается главным образом природой фермента, его происхождением и претерпеваемыми им изменениями во время процесса брожения. Вот вкратце его содержание.

Все естественные сахаристые соки, подвергнутые самопроизвольному сбраживанию, дают осадок, имеющий вид пивных дрожжей и

Вот соображения Фуркруа по поводу теории Фаброни о клейковине:

«Я должен заметить, что клейковинообразное вещество, рассматриваемое гражданином Фаброни как род постоянного фермента сахара, не является единственным веществом, обладающим этим свойством, так как, по-видимому, крахмал, растительная слизь, даже экстрактивное вещество в малых количествах также могут сбраживать сахаристые вещества, как это наблюдается в сиропах и фармацевтических медах. Правда, гражданин Фаброни может сказать, что в этих разнообразных веществах всегда в больших или меньших количествах находится растительно-животное вещество, но для цельности его теории надо было бы доказать, что это вещество находится в виноградном соке и в различных бродящих сахарах» (стр. 317 и 318).

В работе Фуркруа я нахожу следующее место: «Со времени введения новой номенклатуры в конце лета 1787 г. я восставал против выражения «fermentation spiritueuse», так как слово «дух» (esprit) следовало отныне изгнать из науки. Я предложил название «винное брожение» или «алкогольное брожение» (стр. 309).

Таким образом, выражение «fermentation alcoolique» (алкогольное брожение) было введено в науку в 1787 г. Фуркруа.

[29] Thenard. Mémoire sur le fermentation vineuse. Annales de chimie, t. 46 an XI, p. 294—320.

обладающий способностью сбраживать, подобно дрожжам, чистую сахарную воду. Эти дрожжи животного происхождения, т. е. они содержат азот и дают при перегонке много аммиака.

Во время процесса брожения дрожжи постепенно теряют свой азот и частично исчезают, превращаясь в растворимые продукты.

Если отнести цифры единственного опыта, приведенного Тенаром, к 100 частям, то 20 частей свежих пивных дрожжей и 100 частей сахара оставили после полного сбраживания 13,7 части нерастворимого осадка, еще активного, который, будучи истощен новым количеством сахара, уменьшился до 10 частей. «Этот последний осадок белого цвета, имеет все свойства древесины и не оказывает никакого влияния на новое количество сахарной воды». Указанные результаты, к которым я еще вернусь, приводились во всех работах и служили основой для всех дискуссий по теории брожения. Я должен сейчас же добавить, что в мемуаре г-на Тенара, вплоть до последнего издания «Traité de chimie», имеется любопытное место об азоте брожения. «Новые исследования, достойные всяческого внимания химиков,— говорит он,— должны быть направлены на изучение разложения, претерпеваемого ферментом. Нужно проследить, что делается с азотом разложившегося фермента. Он не смешивается с углекислым газом. Он не входит в состав белого нерастворимого вещества. Он не является составной частью малого количества легко растворимого вещества, которое находят в жидкости при помощи спирта. В спирте он не содержится. Таким образом, вопрос о том, что происходит с азотом фермента, должен быть еще разрешен» *.

Хотя эта выдержка, как я покажу дальше, содержит несколько ошибок, она свидетельствует о том, что г-на Тенара занимал вопрос об азоте дрожжей и, кроме того, что этот превосходный химик, специально изучавший этот вопрос, не разделял точки зрения других авторов о превращении азота дрожжей в аммиак.

Деберейнер ** первый, насколько известно, сообщил, что азот дрожжей находится в жидкости в виде аммиачных солей. Это утверждение было принято всеми химиками. Мало-помалу оно вошло во все элементарные работы, за исключением трудов г-на Тенара.

Спустя несколько лет после опубликования мемуара г-на Тенара, Гей-Люссак сообщил чрезвычайно интересные данные. Изучая консервирование растительных и животных веществ по способу г-на Аппера *, он заметил, что виноградный сок, сохранявшийся без всяких изменений в течение целого года, начинал бродить уже через несколько дней после того, как был перелит в другой сосуд. Этот факт, установлению которого мы обязаны г-ну Апперу, привел Гей-Люссака к опытам, которые всем известны и из которых следовало, что «кислород необходим для того, чтобы началось брожение, но не необходим для того, чтобы оно продолжалось» [30].

Чтобы отметить новый успех, достойный упоминания в истории вопроса о брожении, кроме уже указанных работ и работы г-на Колена, на которую я уже ссылался, следует обратиться к 1835—1837 гг., к трудам г-на Каньяр-де-Латура **. Возобновив крайне неполные старые микроскопические наблюдения Левенгука, которые к тому же не были ему известны, г-н Каньяр-де-Латур ввел в интересующие нас исследования новую идею. До него [31] дрожжи считались первичным

[30] Gay-Lussac. Extrait d'un Mémoire sur la fermentation. Annales de chimie, 76, 1810, p. 246.

[31] Было бы несправедливо не упомянуть в изложении вопроса о брожении и, в частности, по поводу наблюдений г-на Каньяр-де-Латура о более ранних микроскопических исследованиях Демазьера («Recherches microscopiques et physiologiques sur le genre Mycoderma, Annales des sciences naturelles», t. 10, 1827, p. 42—67), опубликованных на 10 лет раньше работ г-на Каньяр-де-Латура в «Annales des sciences naturelles». Правда, г-н Демазьер не занимался дрожжами в собственном смысле этого слова, но ему принадлежит заслуга микроскопического изучения и прекрасного описания строения образующейся на поверхности пива пленки, которую Персон назвал в 1822 г. *Mycoderma cerevisiae* Работа г-на Демазьера должна была толкнуть на путь микроскопического изучения пивных дрожжей и помочь лучше видеть и лучше понимать их строение. Микроскопические исследования в то время были гораздо более трудны, чем теперь, и г-н Каньяр-де-Латур сам рассказывает, что в 1810 г., пользуясь чрезвычайно несовершенным микроскопом, он думал, что дрожжи представляют собой подобие очень мелкого песка, состоящего из кристаллических зерен. Г-н Демазьер нашел, что указанная пленка состоит из множества гиалиновых яйцевидных капсул, которые, по его мнению, могут соединяться концами с образованием более или менее ветвистых трубок, и т. д. Он нашел, кроме того, что эти шарики обладают способностью своеобразного движения.

растительным элементом, обладающим свойством осаждаться в присутствии способных бродить сахаров. Г-н Каньяр-де-Латур установил, что «дрожжи являются скоплением клеток, способных размножаться почкованием, а не просто каким-то органическим или химическим веществом, как это раньше предполагалось».

На основании своих наблюдений г-н Каньяр-де-Латур заключил, что «дрожжевые клетки выделяют угольную кислоту из сахаристой жидкости, превращая ее в спиртовой раствор, вероятно, именно благодаря действию разрастания клеток» [32].

Это воззрение нашло сразу в лице г-на Либиха могущественного противника.

По его мнению, фермент представляет собой чрезвычайно изменяющееся вещество, которое разлагается и вызывает брожение именно в силу претерпеваемых им изменений. При этом происходит расшатывание и распадение молекул сбраживаемого вещества. Напомнив характерные свойства дрожжей, он говорит: «Только что изложенные факты указывают на существование новой причины, вызывающей всякого рода разложения и соединения. Эта причина является ни чем

Он был убежден в их животной природе и относил их к инфузориям. Совершенно очевидно, что г-н Демазьер смешал броуновское движение с подлинным движением живого вещества. Исследования Р. Броуна были напечатаны только в 1828 (и 1830) г. (Brown. Exposé sommaire des observations microscopiques faites... sur les particules contenues dans le pollen des plantes et sur l'existence générale de molécules actives dans les corps organisés et inorganisés. Annales des sciences naturelles, t. 14, 1828, p. 314—361.— Remarques additionnelles sur les molécules actives. Ibid., t. 19, 1830, 104—110). В этих «Remarques additionnelles» (дополнительных замечаниях) Р. Броун вносит поправки в свои первоначальные наблюдения и останавливается на следующей точке зрения: «Мельчайшие частицы твердого вещества как органического, так и неорганического происхождения, взвешенные в воде или в какой-либо другой водной жидкости, производят движения, которые по своей неправильности и кажущейся независимости в высокой степени напоминают медленные движения простейших инфузорий» (стр. 104). Таковы движения дрожжевых клеток или тех более мелких клеток, которые иногда их сопровождают. Эти движения ввели в заблуждение г-на Демазьера и многих естествоиспытателей до него.

Р. Броун сам дважды возвращался к этим наблюдениям, чтобы их лучше понять. Его первые впечатления оказались совсем ошибочными.

[32] Cagniard de Latour. Mémoire sur la fermentation vineuse, p. 221.

иным, как движением, которое разлагающееся тело сообщает другим веществам, элементы которых имеют лишь слабое сродство друг к другу. Пивные дрожжи и вообще все гниющие растительные и животные вещества переносят на другие тела то состояние разложения, в котором они сами находятся. Движение, которое передается их собственным элементам, сообщается также элементам тел, которые находятся с ними в соприкосновении [33].

[33] Liebig. Annales de chimie et de physique, 2-e sér., t. 71, 1839, p. 178; Liebig. Lettres sur la chimie, traduction française. Paris, 1845, in-16°, 16-е письмо; Liebig. Nouvelles lettres sur la chimie. Paris, 1852, in-16. 28-е письмо; Liebig. Traité de chimie organique. Paris, 1841—1843, 3 vol. in-8°. Introduction, p. 29.

Заметка о мемуаре Каньяр-де-Латура и наблюдениях Гей-Люссака о влиянии кислорода на брожение.

Когда г-н Каньяр-де-Латур сообщил свои первые наблюдения, некоторые лица постарались, как это часто бывает, уменьшить его заслугу, распространив слухи, что эти результаты были уже опубликованы в Германии доктором Шванном. Совершенно верно, что Каньяр-де-Латур и Шванн пришли, независимо друг от друга и почти одновременно, к одинаковым выводам о природе дрожжей. Но не менее достоверно также и то, что Каньяр-де-Латуру принадлежит приоритет в их опубликовании. Вот выдержка из мемуара г-на Шванна («Vorläufige Mitteilung dettreffend Versuche über die Weingährung und Fäulniss». Annalen der Physik, 41, 1837, p. 184—193). «Настоящее сообщение представляет собой повторение без изменения доклада, сделанного от моего имени профессором Мюллером в первых числах февраля этого года (1837) в Обществе друзей естественных наук в Иене. Вскоре после этого я получил «L'Institut» от 23 ноября 1836 г., из которого узнал, что г-н Каньяр-де-Латур произвел над брожением пива аналогичные наблюдения, которые мне до сих пор были неизвестны».

Но работа Шванна содержит ценные наблюдения, проливающие свет на природу самопроизвольных брожений и позволяющие иначе истолковать опыты Аппера, чем это сделал Гей-Люссак.

Шванн повторяет опыты г-на Аппера, внося в них существенные изменения. Вместо того чтобы ограничиться нагреванием при 100° сбраживаемой жидкости в закрытых сосудах, он приводит жидкость в соприкосновение с обычным, предварительно прокаленным воздухом. Никакое брожение или гниение не развивается, даже спустя несколько недель. Можно было думать,— и действительно, так думали,— что кислород заключенного в сосудах воздуха в опыте Аппера сгущался, соединялся с органическими веществами. С другой стороны, легко объяснить сохранение органического вещества при употреблении метода Аппера, если допустить, что кислород необходим для возникнове-

Из исторического обзора, опубликованного недавно г-ном Шеврелем в февральском выпуске «Journal des savants» за 1856 г. (стр. 99), видно, что Сталь высказывал относительно причин брожения идеи, аналогичные идеям г-на Либиха.

Г-н Либих развивал свои взгляды в большинстве своих работ с настойчивостью и убежденностью, которые мало-помалу привели к их торжеству. Теперь они приняты всеми в Германии и Франции. Г. г. Фреми и Бутрон применили их к молочнокислому брожению с некоторыми изменениями, которые всеми признаны. Доминирующая

ния брожения или гниения. Достаточно было сказать, что в результате этого метода весь кислород воздуха исчезает, соединяясь с органическими веществами. Таково и было, действительно, объяснение Гей-Люссака. «Как бы то ни было, мне кажется, что сохранение животных и растительных веществ методом г-на Аппера можно легко понять. Эти вещества приобретают от соприкосновения с воздухом склонность к брожению или гниению. Но если их подвергают действию температуры кипящей воды в хорошо закрытых сосудах, кислород поглощается, получается новое соединение, которое не обладает больше свойством вызывать брожение и гниение или которое становится твердым, благодаря действию жара, как белковые вещества» (Gay-Lussac. Extrait d'un Mémoire sur la fermentation. Annales de chimie, 76, 1810, p. 255).

Модификация, внесенная Шванном в опыт Аппера, делает объяснение Гей-Люссака неприемлемым, так как в опыте Шванна некоторое количество кислорода находится в соприкосновении с растительным или животным веществом. Только этот кислород принадлежит прокаленному воздуху. Следовательно, наиболее естественной теорией кажется следующая. Воздух содержит нечто, вызывающее брожение или гниение. Это нечто — зародыши, озон, твердые частицы, жидкости...— разрушается жаром. Вот почему методом Аппера или Шванна предохраняют от порчи вещества, способные к брожению или гниению. Возможно, что опыт Гей-Люссака с ягодами винограда удался только потому, что Гей-Люссак, вводя пузырек воздуха или кислорода, привел в соприкосновение с суслом это нечто, о котором мы говорим, а не кислород, как он полагал, и именно это «нечто» и вызвало брожение.

Доктор Шванн не цитирует опытов Аппера. Я должен был исправить эту забывчивость. Опыты этого ученого физиолога представляют собой лишь воспроизведение опытов Аппера и Спалланцани, видоизмененных остроумным и решающим образом.

Всегда, когда это только возможно, полезно показывать связь новых фактов с более старыми фактами того же порядка. Нет большего удовлетворения, чем проследить какое-либо открытие с самого начала до последнего этапа его развития.

идея их работы следующая. В веществах, способных играть роль фермента, характер брожения меняется в зависимости от степени изменения этого вещества. В разных стадиях его разложения оно будет ферментом спиртовым, молочнокислым..., в зависимости от большей или меньшей степени его изменения.

Идеи г-на Либиха получили дальнейшее развитие и были поддержаны исключительным образом в замечательной посмертной работе г-на Жерара [34].

Вот, с моей точки зрения, основная причина постепенного успеха у химиков идей г-на Либиха. За последние двадцать лет обнаружен ряд явлений, которые относят к спиртовому брожению в собственном смысле этого слова, но при которых не удалось обнаружить существование особых тайнобрачных растений. Во всех, однако, имелось вещество, бывшее живым и подвергавшееся изменениям. Поместите, например, в раствор сахара, к которому прибавлен мел, какое-нибудь, содержащее азот, животное вещество — казеин, клейковину, фибрин, желатину, сычужную вытяжку, животную мембрану,...— и вы увидите, что сахар постепенно превратится в молочную кислоту. Хотя эти животные вещества сильно различаются по своей природе, структуре, форме, но конечное действие их на сахар одно и то же. Только одно свойство представляется сходным у всех этих содержащих азот веществ — это их постепенное разложение. Стало быть, имеется связь между превращением сахара в молочную кислоту и порчей этих веществ, их разложением.

Исследованиями г-на Колена о спиртовом брожении, относящимися к 1825 г., были установлены аналогичные факты для спиртового брожения. Этот химик обнаружил, что самые различные животные вещества могут вызвать расщепление сахара на спирт и угольную кислоту*.

Однако одно интересное обстоятельство должно было бы привлечь внимание и призвать к большей осторожности, во всяком случае в отношении спиртового брожения. Действительно, г-н Тюрпен,

---

[34] Gerhardt (Ch.). Traité de chimie organique. Paris, 1856, 4 vol., in-8°, t. 4, p. 537.

которому было поручено сделать доклад в Академии * о наблюдениях г-на Каньяр-де-Латура после их опубликования, изучил, по просьбе г-на Тенара, осадок, образованный отваром яичного белка, и нашел, что осадок состоял исключительно из клеток пивных дрожжей.

Раз одно из взятых г-ном Коленом веществ — альбумин — вызывало спиртовое брожение только путем образования пивных дрожжей, то было вероятно, что все другие, содержащие азот вещества, ведут себя точно так же. Стало быть, их разнообразие ничего не доказывало в отношении теории г-на Либиха.

Но я спешу прибавить, что ничего подобного не существовало в разнообразных и весьма многочисленных случаях молочнокислого брожения. По крайней мере, так думали. Мнения всех исследователей сходились на том, что имелось одно только химическое изменение животного вещества. Факты, относящиеся к этому брожению и некоторым другим брожениям того же порядка, имели поэтому решающее влияние на теорию.

Таким образом, идея г-на Каньяр-де-Латура, получившая сперва некоторое признание, была постепенно оставлена. Не оспаривалось, по крайней мере, многими, что пивные дрожжи являются организованным веществом, но при этом считалось, что они частично разрушаются при брожении, как на это указал г-н Тенар, а так как этим свойством они походили на все другие, содержащие азот вещества, играющие роль фермента, то этим свойством объяснялось их действие на сахар. Такова точка зрения г-на Либиха.

Берцелиус не разделял идей г-на Либиха, отвергая в то же время идеи г.г. Каньяр-де-Латура и Шванна. Для него брожение объяснялось действием контакта. Он даже не признавал в дрожжах наличия живого организма. «Они представляют собой только химический продукт, осаждающийся при брожении пива и принимающий обычный вид некристаллических осадков, даже неорганических мелких шариков, группирующихся один за другим в виде жемчужного ожерелья» [35].

[35] Berzelius. Rapport annuel sur les progrés de la chimie. Traduction par Ph. Plantamour. Paris, 1843, in-8°, p. 227.

В другом месте он выражается следующим образом: «Совершенно ясно, что, когда продукты организованных тел разлагаются в воде и растворенные вещества осаждаются, последние должны принимать какую-нибудь форму, а так как многие из них не имеют правильной геометрической формы, то должны образоваться другие формы, зависящие от природы этих тел, влияющих на образование форм также и в живой природе. Отсюда естественно вытекает, что они похожи на наиболее простые формы растительных образований. Однако одна форма не составляет еще жизни» [36].

Скажем теперь несколько слов о химическом составе дрожжей. В своих блестящих работах, посвященных развитию растений, г-н Пэйен * дает следующий состав дрожжей:

Азотистые вещества (и следы серы) . .	62,73
Целлюлоза оболочек	29,37
Жировые вещества	2,10
Минеральные вещества	5,80
	100,00

Как и следовало ожидать, элементарный анализ дал различные результаты у различных авторов, в зависимости от применяемого ими способа промывания и очистки, а также от происхождения исследуемых дрожжей.

В своих ценных работах о брожении г-н Митчерлих, не колеблясь, принимает организованную природу дрожжей. Тем не менее, он разделяет взгляды Берцелиуса в отношении характера влияния дрожжей на сахар. Г-н Митчерлих («Sur les réactions chimiques produites par les corps qui n'interviennent que par leur contact. Annales de chimie et de physique», 3-e sér., t. 7, 1843, p. 30—31) выражается следующим образом: «Клетки фермента, стало быть, ведут себя в отношении сахара или водного раствора сахара, содержащих элементы угольной кислоты и спирта, точно так же, как губчатая платина в отношении перекиси водорода». Эта точка зрения была недавно выдвинута г-ном Бертло, который, по-моему, до некоторой степени связал ее и с идеями г-на Либиха. Во второй части моей работы я показываю, что факты, на которые опирается г-н Митчерлих, совершенно фантастичны.

[36] Berzelius. Rapport annuel sur les progrés de la chimie. Traduction par Ph. Plantamour. Paris, 1845, in-8°, p. 304.

Дюма («Очерки по химии» *):

Углерод	50,6
Водород	7,3
Азот	15,0
Кислород, Сера, Фосфор	27,1
	100,0

Митчерлих («Элементы химии» **):

Углерод	47,0
Водород	6,6
Азот	10,0
Сера	0,6
Немного фосфора	—
Кислород	35,8
	100,0

Шлоссбергер[37]:

	Дрожжи верхнего брожения		Дрожжи нижнего брожения	
Углерод	50,05	49,84	48,03	47,93
Водород	6,52	6,70	6,25	6,69
Азот	31,59	31,02	35,92	35,61
Кислород	11,84	12,44	9,80	9,77
	100,00	100,00	100,00	100,00

Вес золы в анализе г.г. Дюма и Шлоссбергера получался вычитанием. Работа г-на Шлоссбергера о составе дрожжей сделана чрезвычайно тщательно и представляет необходимое дополнение к анализам г-на Пэйена. Пользуясь едким калием для растворения азотистых веществ дрожжей, он отделяет их почти полностью и выделяет таким путем целлюлозу, которую затем превращает, действуя на нее кислотами, в способный к брожению сахар. Осаждая затем кислотами вещества, растворенные едким калием, он показывает, что

[37] Schlossberger J. Annalen der Chemie und Pharmacie, 51, 1844, p. 193—212.

эти вещества приближаются к среднему составу так называемых белков гораздо больше, чем дрожжи, и что они богаче дрожжей по содержанию углерода, азота и водорода. Я проверял точность анализов г-на Шлоссбергера.

Г-н Митчерлих [38] дал очень хорошие анализы золы дрожжей.

	Дрожжи верхнего брожения	Дрожжи нижнего брожения
Фосфорная кислота	41,8	39,5
Едкий калий	39,8	28,3
Едкий натр	—	—
Фосфорнокислый магний (2MgO, PhO_5) *	16,8	22,6
Фосфорнокислый кальций (2CaO, PhO_5)	2,3	9,7
	100,7	100,1
Содержание золы в %	7,65	7,51

Нужно отметить блестящий метод, примененный г-ном Митчерлихом для сжигания дрожжей. Вещество помещается в серебряную лодочку, которая вводится в стеклянную трубку и нагревается в токе кислорода. Серебряная лодочка помещается на платиновую лодочку, так как серебро окисляется при прямом соприкосновении со стеклом. Пока происходит выделение продуктов перегонки, пропускают углекислый газ; в конце процесса пропускают ток кислорода.

Теперь я перейду к изложению результатов моих собственных исследований о природе дрожжей и изменений, которые они претерпевают во время спиртового брожения.

§ 2. Азот дрожжей никогда не превращается во время спиртового брожения в аммиак. Аммиак не только не образуется, но даже тот, который был прибавлен, может исчезнуть

Я упомянул о наблюдениях г-на Тенара над дрожжами. Он выяснил, между прочим, следующее. 1) Часть дрожжей исчезает во время брожения. Иными словами, г-н Тенар после окончания брожения собрал меньше дрожжей, чем было им взято. В условиях его опыта этот факт совершенно точен, но его значение может быть понято и

[38] Mitscherlich. Asche der Hefe und des Biers. Ibid., 56, 1845, p. 56.

оценено только после того, как я дам соответствующие объяснения. 2) Г-н Тенар не нашел азота в дрожжах после того, как брожение было окончено. Это крупная ошибка, и с полным правом можно удивляться, что столь опытный экспериментатор, как г-н Тенар, мог ее проглядеть. Но нужно принять во внимание уровень науки той эпохи, когда г-н Тенар опубликовал свои исследования. Тогда присутствие или отсутствие азота в органических веществах определялось путем перегонки вещества. Положительной считалась проба, дающая при перегонке аммиак. Истощенные дрожжи его не давали. В остатке выпаренной сброженной жидкости его также не было. И сильно удивленный этими результатами г-н Тенар спрашивал себя, где же может находиться азот дрожжей? Он его ищет в освободившейся угольной кислоте, но, как это еще ранее нашел Лавуазье, этот газ полностью поглощается едким кали. Он безуспешно ищет его в спирте. Что же с ним произошло? Как видно из одной приведенной выше выдержки, эта мысль преследовала г-на Тенара вплоть до последних изданий его «Очерков по химии».

Объяснение этого мне представляется достаточно простым. В одном из следующих параграфов мы увидим, на основании детального анализа твердых дрожжей и их растворимых после окончания брожения составных частей, что элементы сахара фиксируются в довольно значительном количестве в дрожжах и в растворимых частях осадка сброженной жидкости. С другой стороны, мы знаем, что вытяжка из сброженной жидкости содержит глицерин и янтарную кислоту. Очень вероятно, что в опытах г-на Тенара кислоты, образованные глицерином и другими веществами, происходящими из сахара, во время самой перегонки насыщают аммиак и замаскировывают его присутствие.

Г-н Тенар был близок к разрешению недоумения. Он прибавляет фразу, которая выдает его сомнения и указывает путь, которым они могли бы быть устранены.

«Я произвел несколько других опытов,— добавляет он,— которые как будто показывают, что азот может находиться в веществе без того, чтобы его можно было обнаружить перегонкой. Следовательно, может случиться, что он представляет собой составную часть

растений, хотя они обыкновенно не дают при перегонке аммиак. Но я больше не повторял этих опытов, оглашать же их можно с величайшей осторожностью *.

Деберейнер ** устранил трудности, выдвинутые г-ном Тенаром в его мемуаре, но опыты его не точны. Он сообщил, что в одном отношении этот знаменитый химик ошибся и что растворимый остаток сброженной жидкости содержит азот фермента в виде аммиака. После этого указания во всех работах не переставали твердить, что в течение процесса брожения азот дрожжей постепенно исчезает, что дрожжи становятся похожими на древесину, как говорил г-н Тенар, что измененная и растворимая часть содержит весь азот в виде аммонийных солей и что эта часть легко может быть отделена щелочами.

Данные Деберейнера ошибочны. Растворимый остаток не содержит даже минимального количества аммиака, образованного из азота дрожжей. Содержащийся в нем азот находится целиком в виде белкового вещества, легко изменяющегося от действия щелочей и освобождающего аммиак даже на холоду при действии едкого калия, извести, барита. Это и послужило источником ошибки Деберейнера.

Мои собственные опыты с азотом дрожжей приобрели требуемую точность только после того, как я познакомился с блестящими методами количественного определения аммиака, изложенными Буссенго в его мемуарах и в его замечательных лекциях в Консерватории искусств и ремесел, где я мог присутствовать при выполнении всех деталей анализов. Наиболее ценное указание Буссенго в отношении предпринятых мною исследований заключается в следующем. Окись магния разлагает при кипячении аммонийные соли и не выделяет аммиака азотистых органических веществ, наиболее легко изменяющихся при действии едкого калия, извести или барита. Этот результат оказался в условиях моей работы безупречно точным.

После всего сказанного перейдем к результатам анализов сброженных жидкостей. Они показывают совершенно ясно, что в результате действия дрожжей не образуется даже самого малого количества аммиака.

18 января 1858 г. я ставлю бродить 100 г сахара с 1 л воды,

в которой находились в растворе элементы пивных дрожжей и едва заметное количество свежих дрожжевых клеток. Отдельное определение содержания аммиака в другой литровой порции этой жидкости дает 0,038 г. 5 февраля брожение окончено. Аммиак определяется во всей жидкости. Его осталось только 0,020 г, т. е. аммиака меньше, чем было вначале.

30 апреля я опять ставлю бродить 100 г сахара, на этот раз с очень небольшим количеством обыкновенных дрожжей, с таким расчетом, чтобы брожение длилось долго и условия отличались от условий предыдущего опыта. Я прибавляю только 1,037 г дрожжей (вес высушенного при 100° вещества). 30 августа брожение еще заметно. Отводящая трубка, соединенная с сосудом, где происходит сбраживание, всегда погружена в воду. Сброженная жидкость подвергается анализу только 27 ноября. Найдено, что вся жидкость содержит только 0,0008 г аммиака, причем очень вероятно, что его не было вовсе и что это минимальное количество аммиака явилось результатом ошибки определения или слабой реакции окиси магния на белковые вещества сброженной жидкости.

10 г сахара сбраживаются с
200 см^3 прозрачной дрожжевой воды, содержащей
0,0075 г аммиака и следы свежих дрожжей.

Спустя шесть дней, производится анализ всей жидкости. Выяснено, что она содержит 0,0005 г аммиака.

Постоянство результатов этих и многих подобных опытов не оставляет сомнения в отношении основного факта. За счет дрожжей во время спиртового брожения не образуется ни малейшего количества аммиака. Но эти результаты идут и дальше. Они говорят об исчезновении некоторого количества аммиака, содержавшегося в первоначальной жидкости. Это последнее обстоятельство побудило меня прибавить непосредственно аммиак с тем, чтобы лучше изучить это явление. В этом направлении были сделаны следующие опыты.

100 г сахара,
10 г промытых дрожжей в виде теста,
0,200 г виннокислого аммония (левовращающего), содержащего
0,0185 г. аммиака.

Брожение продолжалось очень долго. Когда проба с раствором медного купороса показала отсутствие сахара, приступили к анализу жидкости. Она содержала только 0,0015 г аммиака.

Кроме того, я обнаружил в жидкости свободную левовращающую винную кислоту со всеми присущими ей свойствами. Таким образом, исчез аммиак, содержавшийся в 10 г дрожжей, и почти весь аммиак, прибавленный в виде виннокислого аммония.

В следующем опыте я пользовался правовращающим виннокислым аммонием:

19,575 г сахара сбраживались с
200 г воды и
0,523 г дрожжей, содержащими 0,179 г сухого вещества.

Кроме того, я добавил 0,475 г правовращающего виннокислого аммония, содержащего 0,088 г аммиака. Через месяц брожение было окончено. Осталось 0,071 аммиака. Следовательно, 0,017 г, т. е. пятая часть общего количества, исчезла.

Итак, мы видим, что во время спиртового брожения не только не образуется аммиак, но, когда для брожения употребляют очень небольшое количество пивных дрожжей, может исчезнуть даже тот аммиак, который был прибавлен, особенно в тех случаях, когда налицо недостаток растворимых белковых веществ.

Данные следующего параграфа нам покажут, что исчезнувший аммиак входит в виде белковых веществ в состав дрожжей.

§ 3. Образование дрожжей в среде, состоящей из сахара, аммонийной соли и фосфатов

Неопубликованные опыты, произведенные в начале моих исследований на винокуренных заводах, перерабатывающих зерно и свеклу, по вопросу о газообразных продуктах брожения, убедили меня в том, что угольная кислота чанов почти полностью поглощается едким калием. Во многих опытах, где я собирал в течение нескольких часов по 60—70 л газа с помощью кали-аппарата, растворявшего газ по мере его освобождения, я нашел, что углекислый газ этих больших

брожений промышленного значения, произведенных в присутствии постоянно содержащихся в жидкостях аммонийных солей, содержал азот в количестве, равном приблизительно $\frac{1}{10000}$ своего объема [39].

60—70 л газа оставляют остаток в 7—8 см³, не поглощающийся едким калием. Эти опыты следовало бы повторить в условиях опытов, описанных в предыдущем параграфе. Я, тем не менее, считал себя

---

[39] Описание аппарата, послужившего мне для этой цели, может быть, окажется кому-нибудь полезным (рис. 2).

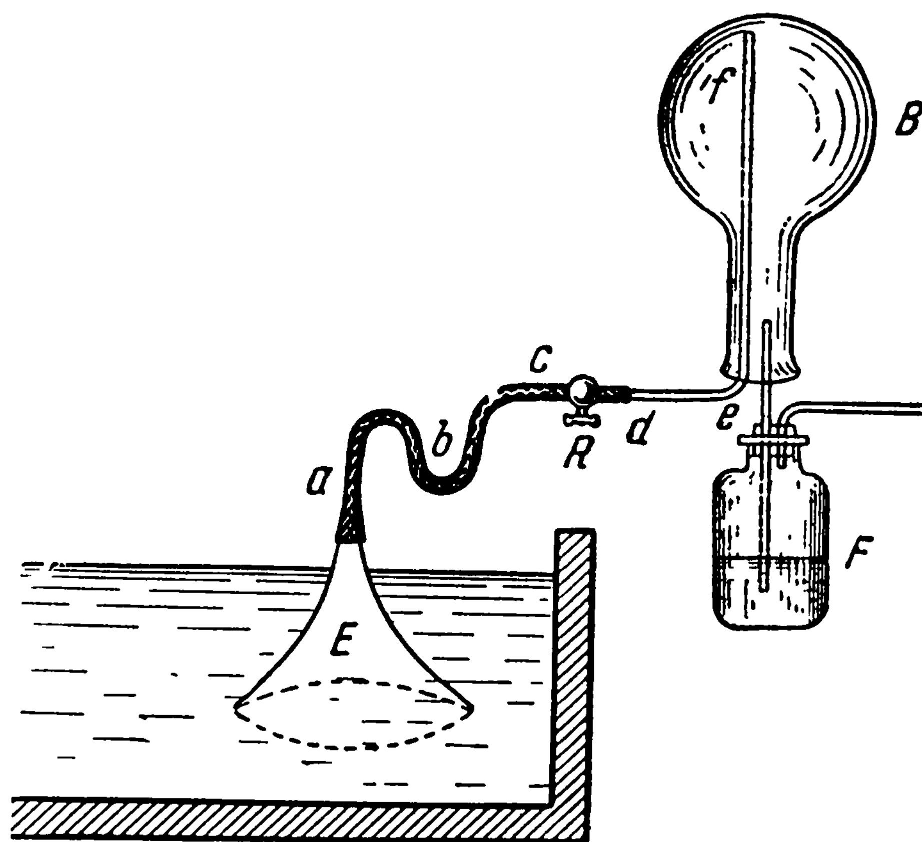


Рис. 2

B. Баллон, наполненный сильно концентрированным раствором едкого калия и вместимостью 0,5—1 л.

F. Склянка, воспринимающая едкий калий из сосуда B при выделении пузырьков угольной кислоты, которые не переходят немедленно в раствор.

E. Воронка, опрокинутая в чан для брожения и отводящая углекислый газ в сосуд *B* по каучуковой трубке и стеклянной трубке *def.*

R. Предохранительный кран для регулирования аппарата.

Резиновую трубку присоединяют к крану, когда едкий калий наполнил трубку *fed* и после того, как весь воздух был вытеснен из воронки и из трубки *abc*.

Количество углекислого газа определяется весьма точно по разнице в весе аппарата до и после опыта.

вправе, без дальнейшей их проверки, заключить из этих результатов, что азот аммиака, исчезающий при спиртовом брожении, не выделяется в газообразном состоянии.

Исходя из этих указаний, я спрашивал себя,— как ни мало обоснованной могла бы казаться эта догадка,— не может ли аммиак в условиях брожения, соединившись каким-нибудь образом с сахаром, образовать белковое вещество и войти таким путем в состав дрожжей. Это объяснило бы факт его исчезновения, как аммиака.

Таким образом, я пришел к следующим результатам, которые покажут всю организующую силу дрожжей и, как мне представляется, положат конец спорам об их природе.

Я помещаю в чистый раствор кристаллического сахара, с одной стороны, какую-нибудь аммонийную соль, например виннокислый аммоний, а с другой — какое-нибудь минеральное вещество, входящее в состав пивных дрожжей; затем я добавляю почти невесомое количество свежих дрожжевых клеток. Замечательная вещь. Посеянные в этих условиях клетки развиваются, размножаются и сахар сбраживается, в то время как минеральное вещество постепенно растворяется и аммиак исчезает. Иными словами, аммиак превращается в сложное белковое вещество, входящее в состав дрожжей, в то время как фосфаты дают минеральные составные части новым клеткам. Углерод, очевидно, получается из сахара.

Вот, например, состав одной из взятых жидкостей:

10 г чистого кристаллического сахара,
зола 1 г дрожжей, полученная в муфельной печи,
0,100 г правовращающего виннокислого аммония,
щепотка свежих промытых пивных дрожжей, величиной с булавочную головку, влажных, теряющих при 100° 80% воды.

В подобной смеси — в сосуде, наполненном до горлышка и хорошо закупоренном или снабженном газоотводной трубкой,

Этот аппарат не может применяться для брожений небольшого масштаба, так как выделение газа и его давление слишком незначительны для того, чтобы предохранить от всякого проникновения едкого калия из *d* в *c* через кран.

погруженной в чистую воду, начинается брожение. Через 24—36 часов жидкость уже проявляет заметные признаки брожения в виде выделения микроскопических пузырьков, показывающих, что жидкость уже насыщена угольной кислотой. Я считаю, что брожение не может проявиться заметным выделением газа, пока это условие насыщения не выполнено.

В течение следующих дней жидкость все больше мутнеет; выделение газа становится настолько значительным, что пена наполняет горлышко сосуда. Дно сосуда постепенно покрывается осадком. Капля этого осадка под микроскопом дает картину прекрасных сильно разветвленных дрожжей, с виду чрезвычайно молодых, просвечивающих, набухших, не зернистых. Среди них чрезвычайно легко отличить каждую клетку того небольшого количества дрожжей, которое было вначале посеяно. Эти клетки имеют толстую оболочку, выделяющуюся в виде более черного круга; их содержимое желтоватое и зернистое, но по тому, как они иногда бывают окружены молодыми клетками, можно с уверенностью заключить, что они дают начало тем из более молодых, которые образуют головки чёток.

Эти интересные наблюдения надо производить в течение первых дней. Вечером, при ярком газовом свете, старые клетки отличаются от гораздо более многочисленных молодых, как черный биллиардный шар среди большого количества белых.

Мало-помалу разница сглаживается и новые отделившиеся клетки теряют всякие признаки ветвления. Не видно больше почкования. Клетки, подобно старым или истощенным пивным дрожжам, очень зернисты.

Не надо, однако, думать, что такое брожение может протекать столь же активно, как в случае употребления в качестве азотистого питательного материала для посеянных клеток, вместо аммиака, подходящего белкового вещества, например, белков винограда, свекловичного сока или растворимой части обыкновенных пивных дрожжей. Если посеять клетки свежих дрожжей в сахарную воду, смешанную с небольшим количеством этих белковых веществ, все основные явления во всех отношениях будут подобны только что описанным, но брожение будет более активно. Например, первые маленькие пузырь-

ки угольной кислоты, вместо того, чтобы показаться через 36—48 часов, появляются уже через 12—24 часа. Кроме того, количество образовавшихся и перешедших в осадок за одно и то же время дрожжей гораздо больше. Но я опять повторяю: все происходит аналогичным образом, но с большей энергией. Образовавшиеся продукты совершенно одинаковы.

Ничто не может быть любопытнее этого влияния азотистого и минерального состава среды на активность брожения. В этом отношении я проделал много опытов, некоторые результаты которых я приведу. Один из наиболее интересных фактов относится к употреблению альбумина яичного белка. Я был сильно удивлен, что это вещество оказалось совсем непригодным для питания клеток пивных дрожжей. Растворите сахар в свежем, разведенном в воде и отфильтрованном яичном альбумине, слегка подкисленном или нет, прибавьте очень небольшое количество пивных дрожжей. Посеянные клетки совсем не будут развиваться, не будет даже следов брожения [40].

Из опытов г. г. Колена и Тенара, однако, известно, что подсахаренный и предоставленный самому себе отвар альбумина бродит и что при этом образуются, согласно г-ну Тюрпену, обыкновенные спиртовые дрожжи. Но, как это отметили г. г. Тенар и Колен, этот эффект получается только после 3-недельного или месячного пребывания при температуре 30—35°, и даже начиная с этого момента, брожение протекает очень медленно. Изучение жидкости до начала спиртового брожения отчетливо показывает, что в ней развиваются различные организмы, инфузории и плесени. Я не сомневаюсь в том, что белок, природа которого несколько изменяется под влиянием этих организмов, постепенно делается пригодным для питания пивных дрожжей *.

Совсем иначе дело происходит с кровяной сывороткой или с мышечным соком. Если в прозрачную бесцветную сыворотку, к которой прибавлен сахар, вносят несколько дрожжевых клеток, то последние развиваются с поразительной быстротой. Сахар сбраживается почти

---

[40] См. аналогичные эксперименты Бушарда (B o u c h a r d a t. Mémoire sur les ferments alcooliques. C. r. l'Acad. sci., t. 18, 1844, p. 1120).

так же легко, как в натуральном сладком соке или в прозрачной дрожжевой воде. Дело, по-моему, не в том, что альбумин сыворотки отличается по своей природе от яичного белка. Я думаю, что это связано с наличием других белковых веществ, находящихся в крови, наряду с альбумином, и способных, в силу своих индивидуальных свойств, служить питательным материалом для дрожжевых клеток *. Вот что заставляет меня придерживаться этой точки зрения.

Я подвергал свертыванию бесцветную сыворотку, затем кипятил ее с водой и, после фильтрования для отделения свернувшегося белка и получения совершенно прозрачной жидкости, растворял в ней сахар и прибавлял несколько свежих клеток дрожжей. Последние размножились, и наступило хорошо выраженное спиртовое брожение.

Я проделал такой же опыт с кипяченой водой и яичным белком и совсем не получил брожения.

Эти опыты были повторены много раз и всегда приводили к одним и тем же результатам.

Как бы то ни было, не замечательно ли, что аммонийная соль может служить питательным материалом для дрожжевых клеток, снабжать их необходимыми элементами белка, а чистый альбумин яичного белка к этому абсолютно не пригоден? Из этого становится ясным, что различие между разными видами общей группы веществ, которые называются альбуминами и протеинами, может быть очень велико. Я также заметил, что некоторые протеины гораздо более благоприятствуют развитию молочнокислых дрожжей, нежели другие, например, растворимые части клейковины, казеина, азотистый остаток жидкостей, подвергнутых спиртовому брожению. Даже когда засевают клетки пивных дрожжей в водные растворы этих продуктов, в которые предварительно прибавлен сахар, нередко можно видеть, что спиртовое брожение сопровождается молочнокислым. В этом случае молочнокислые дрожжи развиваются самопроизвольно (вследствие того, что жидкость вначале соприкасалась с воздухом), причем они действуют на сахар независимо от спиртовых дрожжей и параллельно с ними.

Влияние среды, в частности степени пригодности азотистых и минеральных веществ, на жизнь дрожжей проявляется еще другим, не менее ярким образом. Я говорю о самопроизвольном брожении сахарных жидкостей без предварительного прибавления к ним определенных дрожжей.

Всем известно, что в предоставленном самому себе виноградном соке, спустя несколько часов, начинается спиртовое брожение. Лишь чрезвычайно редко оно усложняется каким-нибудь другим брожением, например молочнокислым. То же происходит со свекловичным соком, если он был подкислен по способу г-на Дюбренфо, наподобие сока кислых фруктов. Но уже в этом случае довольно часто можно встретить — у меня для этого много доказательств — параллельно и одновременно протекающие брожения, вызванные соответствующими дрожжами.

Когда к дрожжевой воде, т. е. к растворимой части пивных дрожжей, отфильтрованной до полной прозрачности, прибавляют сахар, а затем предоставляют ее самой себе, в ней почти всегда возникает спиртовое брожение, т. е. самопроизвольное образование пивных дрожжей, если только исходный материал вначале находится в соприкосновении с воздухом. В очень редких случаях, хотя я и встречал во время моих исследований не один подобный пример, образуются только молочнокислые, маслянокислые дрожжи..., но что бывает часто в этих условиях,— это одновременное образование спиртовых и молочнокислых дрожжей. Можно даже до некоторой степени заставить преобладать один вид дрожжей над другими, в зависимости от того, взята ли вода из свежих или уже претерпевших изменение дрожжей. Вода из претерпевших изменение дрожжей, даже совсем прозрачная и полученная после кипячения, гораздо более пригодна для образования молочнокислых дрожжей.

Изменения исходных или постоянных условий среды, ее нейтральности или щелочности, сделали бы эти результаты еще более отчетливыми.

Можно было бы думать, что природа белкового вещества, независимо от его связи с минеральными веществами или от того, что последние его сопровождают, играет в этих явлениях главную роль. Но

вот факты, которые ясно показывают, что наличие и качество минеральных элементов имеют не меньшее значение, чем свойства органических веществ. Действительно, никакого брожения не происходит, и дрожжевые клетки совсем не размножаются, если удалить все минеральные элементы из среды, образованной из сахарной воды, аммиачной соли и дрожжевой золы. Мало того, изменение состава минеральных элементов, например удаление щелочных фосфатов, ведет к заметному изменению и замедлению хода брожения.

Один фосфорнокислый магний не дает таких же результатов, как зола неочищенных дрожжей. Изменения происходят при употреблении золы дрожжей, расплавленной до белого каления (что удаляет частично щелочи) или просто сплавленной при умеренном жаре. Именно в этих последних условиях брожение протекает наиболее быстро и равномерно.

Опытами такого же рода можно убедиться в необходимости аммонийных солей. Дрожжевые клетки, посеянные в сахарную воду, смешанную с золой дрожжей, не вызывают сколько-нибудь заметного брожения. Однако нельзя сказать, чтобы его совсем не было. Иногда в результате его образуется газ в объеме некоторой доли кубического сантиметра. Это происходит благодаря аммиаку дистиллированной воды или благодаря бесконечно малому количеству белковых веществ, внесенных с посевным материалом.

Необходимость наличия сахара, который только один может снабдить дрожжевые клетки углеродом, уже достаточно показана этими опытами, и я на этом останавливаться не буду. Таким образом, все содействует осуществлению явления брожения: сахар, азотистые и минеральные вещества.

Влияние посевного материала также несомненно. Оно выражено в такой степени, что в его отсутствие, хотя брожение также происходит, я никогда не видел зарождения даже одной клетки пивных дрожжей, наблюдая лишь возникновение самых маленьких инфузорий и молочнокислых дрожжей, вызывающих параллельно со своим развитием соответствующее брожение.

Чем объяснить полное отсутствие пивных дрожжей в этих условиях опытов? Все приведенные выше факты об этом достаточно го-

ворят. Дело в том, что среда не является вполне подходящей для размножения этих дрожжей. Образование пивных дрожжей отнюдь не невозможно, несмотря на то, что они не были посеяны. Действительно, в виноградном сусле, в соке свекловицы они появляются самопроизвольно при соприкосновении с возухом. Но среда, состоящая из сахара, фосфатов и аммонийной соли, настолько мало подходит для них, что их самопроизвольное образование невозможно, хотя в этой среде может поддерживаться жизнь и развитие взрослых, посеянных в нее дрожжей. Это своеобразная и почти исключительно минеральная среда как будто, напротив, более пригодна для молочнокислых дрожжей и инфузорий и делает возможным образование этих организмов при соприкосновении жидкости с обычным воздухом.

Никакие организмы не возникают и не происходит никакого брожения, если прокипятить эту смесь в течение нескольких минут и ввести в нее прокаленный воздух.

Все эти факты, проливающие, как мне кажется, новый свет на явления брожения, помогут объяснить одну особенность, обычную для бродильных процессов, происходящих в среде, состоящей из сахарной воды, аммонийной соли фосфатов и посеянных в нее пивных дрожжей. Я имею в виду случайное зарождение молочнокислых дрожжей и инфузорий. Последние быстро исчезают; их можно видеть только в первые дни. Но молочнокислые дрожжи остаются и размножаются и часто, в конце концов, они действуют почти одни, так как все увеличивающаяся кислотность, которую они создают в жидкости, сильно вредит пивным дрожжам. Факт наличия смеси обоих видов дрожжей, несмотря на то, что были посеяны только пивные дрожжи, происходит в силу самой природы среды, более приспособленной для развития молочнокислых, чем спиртовых дрожжей, так как в случае самопроизвольного брожения спиртовые дрожжи никогда не появляются.

После того как это установлено, я дам подробный анализ брожения, протекавшего в среде, состоящей из воды, чистого кристаллического сахара, виннокислого аммония и дрожжевой золы, белой, сплавленной и превращенной в порошок.

10 декабря 1858 г. в 12 часов дня поставлено в термостат:

10 г сахара,
100 см^3 воды,
0,100 г правовращающего виннокислого аммония,
зола из 1 г дрожжей,
щепотка свежих дрожжей (величиной с булавочную головку).

11 декабря в 4 часа вечера при внимательном наблюдении замечено, что с участка на дне сосуда, куда упал кусочек добавленных дрожжей, постоянно поднимаются чрезвычайно мелкие пузырьки газа. В этом месте явление носит постоянный характер. В других местах со дна сосуда время от времени поднимаются отдельные, редкие, очень маленькие пузырьки газа. Кроме того, в самой массе жидкости плавает несколько маленьких хлопьев, удерживаемых на разной высоте приставшими к ним очень маленькими пузырьками газа.

В тот же день в 7 часов вечера брожение еще очень слабое, но уже лучше выражено. В горлышке на поверхности жидкости уже имеется немного пены. С разных точек дна сосуда поднимаются газовые пузырьки. 12-го — отчетливое брожение. Много пены и уже заметный осадок на дне. Жидкость мутная из-за взвешенных в ней дрожжей, очень красивых и представляющих все описанные выше свойства.

13-го, 14-го, 15-го — активное брожение. В следующие дни оно несколько замедляется, хотя и продолжается непрерывно.

Исследование жидкости, производившееся время от времени в течение января, показало, что появились молочнокислые дрожжи и что количество их увеличивается вместе с нарастанием кислотности жидкости.

Заметив, что молочнокислое брожение вредит спиртовому брожению, я закончил опыт и стал изучать жидкость. Из одной порции было получено довольно большое количество спирта, которое не было определено количественно.

Определение количества оставшегося сахара при помощи медного реагента показало, что 4,5 сахара было сброжено, т. е. что оставалось 5,5 г.

Насыщая 10 см^3 жидкости, титрованной известковой водой, нашли, что образовавшееся количество кислоты эквивалентно 0,597 г серной

кислоты, что соответствует приблизительно 1 г органических кислот. Это значительное количество ясно показывает, что спиртовое брожение отклонилось от своего первоначального направления.

Количество аммиака определялось в 50 см^3 сброженной жидкости. Я нашел, таким образом, что исчезло 0,0062 г аммиака. Собранные на предварительно взвешенный фильтр дрожжи, высушенные при 100°, весили 0,043 г. Я убедился в том, что вся зола употребленных дрожжей была растворена во время указанного выше процесса. Таким образом, 0,043 г представляют собой действительный вес образовавшихся дрожжей в сухом состоянии.

Для выяснения природы кислоты часть сброженной жидкости выпаривается, несколько раз обрабатывается эфиром, снова выпаривается, насыщается известковой водой, снова выпаривается и обрабатывается спиртом. Получается очень небольшой, но все же определенный кристаллический осадок янтарнокислого кальция, из которого я выделил кристаллическую янтарную кислоту, легко обнаруживаемую даже в минимальных количествах указанной соли.

Спиртовая жидкость дала большое количество кристаллического молочнокислого кальция, смешанного с небольшим количеством уже упомянутой янтарнокислой соли. Судя по объему молочнокислого кальция, нельзя было сомневаться, что молочная кислота составляла бо́льшую часть кислоты жидкости.

Я превратил часть этой соли в молочнокислый цинк, который легко отличить по его кристаллической форме.

Наконец, я отчетливо различил под микроскопом в остатке, который после обработки эфиром остался нерастворенным, кристаллическое вещество, имеющее в точности форму маннита и сладкий привкус, что устраняло сомнения, которые могли возникнуть из-за наличия винной кислоты в остатке. Что касается глицерина, то он был обнаружен в этом остатке после обработки смесью спирта с эфиром.

Все эти полученные результаты, вычисленные с самой большой точностью, хотя и на очень небольших весовых количествах вещества, говорят об образовании спиртовых и молочнокислых дрожжей и о возникновении соответствующих брожений в среде, состоящей исключительно из сахара, аммонийной соли и минеральных элементов.

В этом мемуаре я хотел показать только этот результат.

Впоследствии я опубликую специальную работу о спиртовом брожении, совершающемся в этих условиях, и тогда займусь главным образом природой белковых веществ дрожжей, образованных при помощи сахара и аммиака [41].

§ 4. Исследование отношений между дрожжами и сахаром. Что происходит во время спиртового брожения с азотом дрожжей

Мы подошли к чрезвычайно деликатному пункту этих исследований — я имею в виду отношения, которые устанавливаются между сахаром и дрожжами.

Мы будем здесь касаться лишь отношений между этими веществами, но их нужно знать прежде, чем перейти к более интимным физиологическим отношениям.

В первую очередь я остановлюсь на некоторых подробностях строения клеток пивных дрожжей.

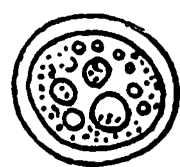
Дрожжевые клетки состоят, вне всякого сомнения, из маленьких пузырьков с эластическими стенками, наполненных жидкостью, которая связана с мягким, содержащим вакуоли, более или менее зернистым веществом. Оно преимущественно расположено под стенками, но по мере старения клеток распространяется постепенно к центру.

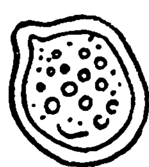
---

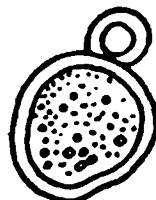
[41] Г-н Дюма, которому я имел честь устно сообщить впервые о фактах, затронутых в этой главе, был поражен специфической ролью солей аммония, фосфатов и углеводных соединений, необходимостью их для жизни и размножения дрожжевых клеток. Сравнивая с дрожжами наиболее молодые ткани растений, он мне сказал: «Я понимаю, что в соках растений всегда имеются сахар, соли аммония и фосфаты. Клетка образуется, вероятно, с их помощью». Во время моих исследований я имел случай перечитать замечательные работы г-на Пэйена о составе растений и должен признаться, что мне каждую минуту приходили в голову те многочисленные черты сходства, которые имеются между дрожжами и клетками молодых органов растений.

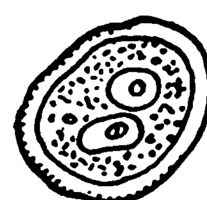
Можно порекомендовать читателю сопоставить изложенные выше исследования с работами г-на Мирбеля о камбии и с более новыми работами о роли фосфатов в жизни растений.

Стенки клеток эластичны. Действительно, когда капля воды, наполненная молодыми дрожжевыми клетками, высыхает на предметном стеклышке, положенном на столик микроскопа, вследствие сжатия капли, которая делится на части благодаря притоку воздуха, клетки давят друг на друга, и тогда видно, как они деформируются и делаются более или менее многогранными.


Рис. 3


Рис. 4


Рис. 5


Рис. 6

Содержимое клеток, особенно их центральной части, жидкое. Это доказывается наличием в большей части взрослых клеток внутренних зернышек, находящихся в движении, подобном броуновскому. Трудно сказать, является ли оно настоящим броуновским движением. Причина этого движения, вероятно чисто физического характера, еще слишком мало известна, чтобы можно было судить, может ли она действовать на наиболее свободные зернышки центральной части клеток сквозь оболочку последних. Как бы то ни было, указанный факт не позволяет сомневаться в более или менее жидком состоянии внутренности клеток.

Почкование клеток, составляющее важное открытие г-на Каньяр-де-Латура, происходит, по г-ну Митчерлиху, как изображено на рис. 3 и 4, т. е. новая клетка начинается в виде простого выступа. Мои собственные наблюдения подтвердили правильность точки зрения г-на Митчерлиха. Я много раз это видел наиболее отчетливым образом. Вскоре маленькая почка, оставаясь все еще связанной, соединенной с большой, кажется, получает свою собственную оболочку и сама по себе образует настоящую клетку. Движение жидкости может отделить ее только тогда, когда она приблизительно достигнет объема материнской клетки. До этого момента между ними существует довольно близкая, прочная внутренняя связь.

Возникает ли почка, как это некоторые считают, благодаря действию контакта, давлению одного из зернышек клетки на внутреннюю

стенку? Я не видел ничего, что говорило бы в пользу этого мнения. и считаю его неправильным.

С одной стороны, для почкования наиболее пригодны просвечивающие клетки без видимой зернистости. С другой — развитие грануляций связано с более или менее зрелым возрастом клеток, причем зернышек тем больше, чем клетка старше, менее активна, менее способна к почкованию.

Я также не допускаю факта, который был принят г-ном Митчерлихом, а еще раньше выдвинут г. г. Каньяр-де-Латуром и Тюрпеном, а именно, что дрожжевые клетки часто лопаются и освобождают свое зернистое содержимое, распространяющее в жидкости мельчайшие «семена», которые увеличиваются и становятся обычными дрожжевыми клетками [42] *.

Я могу утверждать, что в течение трехлетних упорных и многочисленных наблюдений над пивными дрожжами в наиболее крайних условиях их развития я никогда не видел этого факта. Против него говорит одно веское обстоятельство, а именно — одинаковый объем дрожжевых клеток, действующих на сахар. Клетки, объем которых меньше среднего, не свободны, но связаны в виде почек с более крупными клетками. Однако совершенно ясно, что если бы дрожжи размножились путем освобождения зернистого содержимого больших клеток, мы имели бы свободные дрожжевые клетки всех размеров.

Немецкие авторы, в том числе г-н Митчерлих, различают два вида дрожжей. Они называют один вид дрожжами *верхнего брожения*, другой — дрожжами *нижнего брожения*. Последние употребляются для производства баварского пива. Они образуются и действуют при более низкой температуре, чем первые. Дрожжи верхнего брожения якобы более активны. Немецкие химики считают, что этот второй вид

---

[42] Рис. 6 изображает дрожжевую клетку, внутри которой зернышки собрались в центральной части, так что образовались как бы две свободные полости. В каждой из этих полостей изображено маленькое зернышко. Когда дело происходит так,— а это бывает очень часто,— свободные зернышки находятся в состоянии движения, напоминающего броуновское. Часто имеется только одна полость. Как раз это движение зернышек, как мне кажется, доказывает, что полость наполнена довольно текучей жидкостью.

дрожжей размножается почкованием, а дрожжи нижнего брожения, по их мнению, развиваются путем изливания зернистого содержимого клеток, достигших зрелости [43].

Я не решился бы идти слишком далеко в своих воззрениях по поводу фактов, которые я почему-либо в моих исследованиях сам не смог наблюдать с теми особенностями, которые могли встретиться, когда их изучали в Германии. Тем не менее, я не могу не высказать сомнения в существовании двух видов пивных дрожжей.

Дрожжи бывают сравнительно легкими или тяжелыми. Когда они моложе, они легче. Старые дрожжи более тяжелы и легче оседают. Их клетки почти полностью заполнены зернистым содержимым и почти не содержат жидкости. Разница в плотности молодых и старых, более или менее истощенных, дрожжей мне всегда казалась очень значительной, и нет ничего удивительного в том, что благодаря движению газа в чанах на поверхности находятся молодые активные дрожжи, способные почковаться, а в глубине — старые дрожжи, с более медленным действием на сахар. Тем не менее, это одни и те же дрожжи, находящиеся в разных стадиях развития и действия.

Все мои исследования заставляют меня отвергнуть теорию существования двух видов дрожжей, размножающихся различным образом, и я уверен, что новое внимательное изучение дрожжей верхнего и нижнего брожения приведет к признанию моей точки зрения *.

К тому же я не отрицаю эффектов, приписываемых дрожжам верхнего и нижнего брожения. Мои исследования скорее способствуют их разъяснению [44].

---

[43] Mitscherlich. Sur la fermentation (Journ. de pharmacie, t. 4, 1843, p. 216—221.— Annalen der Physik u. Chemie, 59, 1843, 99—101).

[44] Как я уже указывал, из моих анализов спиртовых брожений вытекает, что старые зернистые пивные дрожжи, несколько потерявшие активность из-за начинающегося истощения, при расщеплении сахара или превращения своих собственных тканей, как я это в дальнейшем объясню, дают больше глицерина и янтарной кислоты и меньше спирта, чем молодые, полные сока, просвечивающие и лишь слегка зернистые дрожжи. Легко понять, что дрожжи разного возраста несколько различным образом проявляют свои жизненные свойства, независимо от изменений, которые могут быть обусловлены характером среды и внешними условиями.

Проследим теперь за дрожжами, начиная с того момента, когда они помещаются в сахаристую среду.

Будучи разведены в чистой или сахарной воде, дрожжи отдают ей часть своих жидких или растворимых элементов. В этом легко убедиться. Если развести дрожжи в холодной или теплой воде и профильтровать, то в отфильтрованной жидкости обнаруживаются белковые и минеральные вещества. Мы уже знаем, что наличие этих веществ, отделенных и затем смешанных с сахаром и со следами свежих дрожжей, приводит к развитию и размножению дрожжей и что сахар при этом сбраживается. Очевидно, если оставить в жидкости дрожжи целиком, то произойдет тот же эффект с большей интенсивностью и энергией.

Опыт с образованием дрожжей и сбраживанием сахара в среде, состоящей из сахара, аммонийной соли и фосфатов, отчетливо показывает, что дрожжи живут и сбраживают сахар в присутствии: 1) сахара, 2) азотистых веществ и 3) минеральных веществ, содержащих фосфор.

Дрожжи сами содержат, по крайней мере частично, эти азотистые и минеральные легко растворимые вещества. Таким образом, как только их прибавляют к сахарной воде, они имеют все, что им необходимо для жизни.

В отсутствие живых дрожжевых клеток сахар никогда не подвергается спиртовому брожению; клетки пивных дрожжей никогда не образуются в отсутствие сахара или какого-либо другого углевода и без сбраживания этих веществ. Все, что написано против этих положений, основывается на неточных или неполных опытах.

Все химические работы говорят о том, что спиртовое брожение может осуществляться в двух совершенно различных условиях, в зависимости от того, прибавлены ли дрожжи к чистой сахарной воде или к сахарной воде, содержащей примесь белковых веществ. Говорят, что в первом случае фермент действует, но не воспроизводится, во втором — действует и воспроизводится. Это случай образования пива.

«Если брожение,— говорит Либих,— представляло бы собой следствие развития и размножения клеток, они не вызывали бы брожения в чистой сахарной воде, в которой отсутствуют основные условия для

проявления жизненной активности. Такая вода не содержит азотистых веществ, необходимых для образования азотистой части клеток. В этом случае брожение вызывается клетками не потому, что они продолжают развиваться, а в силу превращений их внутренней азотистой части, разлагающейся на аммиак и другие продукты, т. е. вследствие химического разложения, представляющего собой полную противоположность органическому процессу» *.

Факты, которые я только что приводил, находятся в очевидном противоречии с этой точкой зрения. Я уверен, что мы имеем дело почти с одними и теми же явлениями, разведены ли дрожжи в чистой сахарной воде или в сахарной воде, смешанной с белковыми веществами. В обоих случаях дрожжи организуются и размножаются. Только в первом случае после окончания брожения как молодые, так и старые клетки оказываются лишенными азотистых растворимых веществ. Все растворимые азотистые питательные материалы фиксировались во вновь образованных клетках в виде нерастворимых соединений. Совокупность этих клеток не может поэтому воздействовать на чистую сахарную воду. Для клеток достаточно молодых, способных еще действовать и размножаться, нет больше азотистого питания. Наоборот, когда брожение протекает в присутствии белковых веществ, хотя некоторые клетки и оказываются истощенными, все же большей частью новые клетки выходят из жидкости полными азотистых и минеральных веществ и вполне готовыми к использованию этих питательных материалов для жизни в новой сахарной воде.

Другие наблюдения, значение которых было преувеличено, хотя точность их не была проверена, способствовали сильному затемнению этих вопросов. Мы находим в мемуаре г-на Тенара, что из 20 частей пивных дрожжей и 100 частей сахара после полного сбраживания осталось 13,7 части в виде нерастворимого осадка, который в присутствии нового количества сахара уменьшился до 10 частей. Сейчас мы увидим, до какой степени это наблюдение, взятое в его крайних пределах, неполно и ошибочно.

Как бы то ни было, все думали, что при сбраживании дрожжами сахарной воды часть дрожжей разрушается. При этом говорили: насколько это отлично от того, что происходит, когда дрожжи

помещают в сахарную воду, к которой прибавлены азотистые вещества? Например, в производстве пива «фермент не только не разрушается, но развивается путем почкования и значительно увеличивается в объеме. Это объясняется тем, что белковые вещества жидкости пригодны для питания клеток, и пивовар находит в семь-восемь раз больше дрожжей, чем он употребил» *.

Все это было очень плохо истолковано. Что касается количества дрожжей, которое пивовар находит по окончании процесса, то можно с таким же успехом сказать, что он получает количество, в любое число раз превышающее взятый вес, так как если бы пивовар прибавил лишь несколько дрожжевых клеток, брожение все равно бы произошло и образовался бы дрожжевой осадок, как и в случае, когда взято довольно большое количество дрожжей. Только брожение протекало бы более медленно и могло бы стать молочнокислым. Это обстоятельство привело к тому, что обычно прибавляют $^1/_6$ или $^1/_7$ количества дрожжей, которые могут образоваться.

Изучая эти явления более подробно, мы приходим к заключению, что при сбраживании сахаров в присутствии белковых веществ *дрожжей образуется не больше, а даже меньше,* чем когда брожение протекает в чистой сахарной воде.

Я приведу сперва несколько наблюдений над брожениями с дрожжами в чистой сахарной воде, при которых взвешивались: исходное количество дрожжей, собранные потом дрожжи и растворимая часть дрожжей, оставшаяся после окончания процесса. Я затем приведу соответствующие результаты для брожений, протекающих в присутствии белковых веществ.

Из цифр в таблице (стр. 143) следует, что в случае, когда употребляется количество тестообразных дрожжей, равное, например, 15—20% от веса сахара, после окончания брожения собирают меньше дрожжей, чем было первоначально взято: A. B, C. Г-н Тенар работал как раз в этих условиях. Он брал 20 частей тестообразных дрожжей на 100 частей сахара. Как раз эту пропорцию он рекомендует в своей работе «Очерки по химии» [45].

---

[45] Г-н Реньо, особенно на этом не настаивая, высказывается следующим образом в работе «Очерки по химии» (т. IV, стр. 185, 4-е изд.): «Известно, что

	Вес чистого кристаллического сахара, г	Вес промытых дрожжей в виде более или менее мягкого теста в свежем состоянии, г	Вес дрожжей, высушенных при 100°, г	Вес дрожжей, осевших после брожения и высушенных при 100°, г	Вес экстракта растворимой части дрожжей, остающейся в сброженной жидкости и нерастворимой в смеси спирта и эфира, г	Сумма весов дрожжей, отложившихся после сбраживания, и растворимой экстрактивной части, оставшейся в сброженной жидкости, г	Избыток этой суммы по сравнению с весом дрожжей, взятых для сбраживания, г
A	100	20,000	4,626	3,230	2,320	5,550	0,934
B	50	10,000	2,213	2,001	0,819	2,820	0,407
C	100	16,000	4,604	4,385	Не определялся	—	—
D	100	10,000	2,313	2,486	1,080	3,566	1,253
E	100	13,700	2,626	2,965	0,964	3,929	1,303
F	100	6,254	1,198	1,700	0,631	2,331	1,133
G	16	3,159	0,699	0,712	Не определялся	—	—
H	4	1,474	0,326	0,335	»	—	—
I	20	1,878	0,476	0,590	0,133*	0,723	0,247

* В цифры графы V не входит вес экстрактивных веществ, связанных с янтарнокислой известью. См. I ч., §§ 2 и 3. Цифры V графы поэтому несколько преуменьшены, в среднем на 0,1—0,3 дцг на 100 г сахара. Эти величины меняются в зависимости от количества взятых дрожжей.

Но когда мы берем не больше или даже меньше 10 весовых частей тестообразных дрожжей на 100 частей сахара, дрожжей собирается больше, чем было взято: D, E, F; G, H, I.

И *во всех случаях*, если определить вес экстрактивных азотистых веществ, происходящих из дрожжей и растворенных в сброженной жидкости, и прибавить его к весу дрожжей, собранных после окончания брожения, мы найдем, что последний намного превышает общий исходный вес дрожжей. Этот прирост веса доходит до 1,2 или 1,5 на 100 весовых частей сахара.

дрожжи увеличивают свой вес приблизительно на одну четверть». Я не знаю, из какого источника г-н Реньо почерпнул это указание, противоречащее утверждению г-на Тенара, но оно в общем верно для некоторых условий, так же как результаты г-на Тенара верны для других случаев.

Исчезновение дрожжей в опыте г-на Тенара, следовательно, только кажущееся. Было собрано меньше дрожжей потому, что для брожения их было взято слишком много и вес растворившейся части превышал вес вновь образовавшихся клеток [46].

Отсюда и получилось кажущееся уменьшение веса дрожжей, так как растворенное вещество во внимание не принималось.

Дрожжи отдают жидкости те или иные элементы, в зависимости от природной растворимости дрожжей и от растворимости тех веществ, которые в них образуются в процессе брожения [47].

Посмотрим теперь, что происходит при наличии и при избытке посторонних белковых веществ.

Я растворяю 9,899 г чистого кристаллического сахара и прибавляю к раствору 20 см^3 прозрачной жидкости, приготовленной путем кипячения свежих пивных дрожжей с дистиллированной водой и последующей фильтрации. Эти 20 см^3 жидкости содержат 0,334 г белковых и минеральных веществ, пригодных для жизни дрожжевых клеток. Потом я довожу общий объем до 100 см^3 и прибавляю следы

[46] Пастер подчеркнул в одном экземпляре своего мемуара: «вес вновь образовавшихся клеток» и на полях написал карандашом: «или, лучше сказать, вес клеток, так как даже без нового образования клеток старые могут увеличить свой вес» (Примечание редакции французского издания).

[47] Дрожжи содержат различные азотистые, а также отличающиеся друг от друга безазотистые вещества. Было бы интересно изучить этот вопрос. Я считаю, что можно было бы прийти к интересным результатам, изучая отдельно действие воды, разбавленной серной кислоты и едкого калия. Я думаю, что изучение дрожжей. с точки зрения их различных составных частей, могло бы дать ключ к пониманию некоторых изменений, наблюдаемых в природе экстракта сброженной жидкости. Действительно, в то время как дрожжи ассимилируют часть своих растворимых азотистых и минеральных веществ, что значительно уменьшает вес этих веществ, последний, наоборот, увеличивается благодаря проникновению в жидкость растворимых элементов, выделяемых в результате превращений, происходящих внутри клеток.

Если прокипятить дрожжи с более или менее разбавленной серной кислотой, отфильтровать, нейтрализовать углекислым барием, выпарить, осадить спиртом различной плотности, то легко отделяются друг от друга вещества, совершенно различные по своему составу и свойствам. Не приходится сомневаться в том, что эти вещества принимают участие в превращениях дрожжей, связанных с жизнью их клеток.

свежих дрожжей, которые начинают размножаться и вызывают полное сбраживание сахара, целиком оканчивающееся через 11 дней.

После этого я собираю все образовавшиеся дрожжи. В сухом виде они весят 0,152 г.

После выпаривания сброженной жидкости и обработки ее смесью спирта с эфиром для удаления глицерина и янтарной кислоты остается нерастворимый содержащий азот остаток, который может быть использован для новых брожений. Он весит 0,260 г.

Таким образом, было взято 0,334 г белковых и минеральных веществ и было собрано 0,152 г дрожжей + 0,260 г азотистых и минеральных веществ, не использованных или отданных во время брожения, что составляет сумму в 0,412 г. Разность по вычитании 0,334 г равняется 0,078 г.

При брожении 100 г это составляет увеличение веса приблизительно в 0,8 г, к которым нужно было бы прибавить небольшое количество экстрактивных веществ, удаленных эфирноспиртовой смесью и находящихся, как мы это уже видели при моем способе анализа сброженных жидкостей, в незначительном количестве в глицерине, а в остальной своей части связанных с янтарнокислой известью.

Я много раз повторял предыдущий опыт и получал всегда одинаковые результаты. Именно, при брожении сахара в присутствии белковых веществ образуется приблизительно 1% (от веса сахара) дрожжей и растворимых веществ, немного меньше, следовательно, чем когда имеют дело со зрелыми дрожжами и чистой сахарной водой. Новое доказательство, что процессы протекают одинаково при брожении в чистой сахарной воде или с белковыми веществами [48].

Небольшая разница, наблюдаемая при этих двух условиях, происходит, вероятно, потому, что клетки, развивающиеся в среде с избытком азота, более активны и при одном и том же весе разлагают больше сахара, чем клетки, образующиеся в среде, бедной минеральными и азотистыми питательными веществами.

---

[48] Когда я говорю о весе новых дрожжей, образовавшихся во время сбраживания чистой сахарной воды под влиянием пивных дрожжей, я имею в виду вес новых, фактически образовавшихся клеток и вес, на который увеличиваются старые клетки в течение своей жизни.

Эта разница может также зависеть от различия в условиях ассимиляции и вполне сформировавшихся клеток и клеток-почек.

Большое значение результатов, за признание которых я выступаю, если их рассматривать с точки зрения их отношения к общей теории процессов брожения, побудило меня искать лишнее подтверждение их точности в опытах, которые мне кажутся столь же решающими, как и предыдущие. Я только что старался доказать, что пивные дрожжи, помещенные в сахарную воду, живут за счет своих азотистых и минеральных веществ, либо растворимых с самого начала, либо способных стать растворимыми благодаря превращениям составных частей дрожжей, происходящим во время брожения.

Если это так, то, чтобы, насколько возможно, проверить этот факт, определим вес сахара, который может быть разложен под влиянием: 1) определенной навески пивных дрожжей, 2) растворимой части такой же навески тех же дрожжей.

Я взял две одинаковые навески дрожжей, по 6,254 г каждая. Одну из них поставил бродить со 100 г сахара, другая была подвергнута кипячению в течение одного часа с чистой водой; после фильтрования прозрачная жидкость, полностью освобожденная от клеток, смешивалась с 100 г сахара и с почти невесомыми следами свежих дрожжей, взятых для засева.

Подобная же проба с третьей порцией тех же самых дрожжей показала, что 6,254 г дрожжей отдают кипящей воде 0,325 г азотистых и минеральных веществ; остаток нерастворимых продуктов равен 0,873 г.

Брожение имело, так сказать, безграничную продолжительность. Начавшись 1 июня 1858 г., оно еще продолжалось в первых числах сентября, после чего я не смог продолжать свои наблюдения.

Я уже обращал внимание читателя на эту неопределенную длительность процесса брожения при наличии избытка сахара — замечательный факт, который, как мне кажется, теперь довольно легко объяснить. Действительно, мы знаем, что азотистые вещества дрожжей не разрушаются. Происходят только перемещения и изменения этих веществ, но они остаются в том сложном состоянии, которое мы привыкли встречать в этих продуктах. Растворимые элементы частич-

но фиксируются в клетках, правда, в нерастворимом виде. Но сила организации клеток такова, что легко понять, что старые клетки могут отдать для питания более новых клеток в растворимом состоянии свои твердые азотистые вещества [49].

Почти бесконечная в некотором роде длительность процессов брожений, при наличии избытка сахара, делает опыты, подобные описанным, чрезвычайно трудными и деликатными.

Как бы то ни было, спустя несколько месяцев я исследовал жидкости и нашел, что брожение было почти окончено в той, где были взяты дрожжи как таковые, а в той, где были взяты растворимые элементы дрожжей, исчезло около 70 г сахара. Но в жидкости еще оставалось азотистое вещество, и, несомненно, процесс пошел бы и дальше этих 70 г, в особенности, если выделить и использовать это вещество для нового брожения того же порядка. Понятно, до какой степени неудобно для жизни клеток питательное вещество, разведенное до такой степени, что несколько десятков миллиграммов его содержится в 750 $см^3$ воды.

Я, однако, не хочу утверждать, что определенное весовое количество растворимых частей пивных дрожжей может вызвать сбраживание точно такого же количества сахара, как и то количество дрожжей, которое дало эти растворимые вещества.

Действительно, все заставляет меня считать, что некоторая часть клеточных веществ, не растворимая в кипящей воде, способна отдать жидкости довольно значительное количество своих азотистых продуктов во время самого процесса брожения. Тем не менее, из только что описанного опыта, который я часто повторял с одними и теми же результатами, видно, какое громадное количество сахара сбраживается исключительно благодаря переходу в организованное состояние непосредственно растворимых азотистых и минеральных веществ — переходу, вызванному самими клетками. Никто, я думаю, не сможет больше сомневаться в том, что сбраживание чистой сахарной

[49] На одном экземпляре своего мемуара Пастер подчеркнул слова «более новых клеток» и пометил карандашом на полях: «может не быть более новых клеток» *(Примечание редакции французского издания).*

воды, действительно, представляет собой брожение, протекающее в присутствии белковых и минеральных веществ [50].

Заканчивая эту главу, я дам результаты количественного определения азота в разных азотистых веществах спиртового брожения, где дрожжи были истощены до последней степени.

По окончании брожения, при котором было взято 1,198 г промытых дрожжей (вес сухого вещества; содержание азота этих дрожжей составляло 9,77%) для сбраживания 100,0 г сахара, было собрано 1,745 г дрожжей. Эти дрожжи содержали 5,5% азота. Экстрагированный из сброженной жидкости, нерастворимый в смеси спирта и эфира остаток весил 0,6 г и содержал 3,8% азота.

Экстрактивное вещество, загрязняющее янтарнокислый кальций, весит 0,500 г и содержит только 0,5% азота. В очищенном виде оно вовсе не содержит его.

Эти количественные определения азота были произведены на продуктах такого брожения, когда дрожжи были истощены до последней степени. Тем не менее, дрожжи содержат еще большое количество азота. Впрочем, уменьшение азота по сравнению с тем, который имеется во взятых исходных дрожжах, объясняется легко, если принять во внимание, что, с одной стороны, 1,198 г дрожжей превратились в 1,700 г за счет сахара — вещества, лишенного азота, и с другой стороны этот же вес дрожжей в 1,198 г уменьшился, отдав жидкости растворимые азотистые продукты, так как мы находим 0,600 г

---

[50] Указанные факты возбуждают интересный вопрос о том, образуется ли столько же новых клеток при употреблении определенного веса дрожжей, как и при взятии легко растворимой части равного веса дрожжей, при условии, что в том и другом случае оба они действуют на одно и то же количество сахара?

Взрослые клетки, несомненно, могут продолжать жить в течение некоторого времени, разлагая сахар, не почкуясь и не размножаясь. Но не менее достоверно также и то, что образуется много новых клеток и что именно они и вызывают в значительной степени превращения сахара. Так, на стенках стеклянного сосуда, где происходит брожение, легко видеть большое количество новых дрожжей, образовавшихся во время брожения отчасти за счет азотистых и минеральных растворимых веществ дрожжей, первоначально добавленных к жидкости.

растворимых веществ. Если они и не происходят полностью из дрожжей, то их источником в значительной степени являются дрожжи, так как они содержат азот. Это и составляет двойную причину уменьшения азота дрожжей во время брожения: 1) увеличение веса благодаря усвоению сахара, 2) уменьшение веса вследствие растворимости некоторых азотистых элементов дрожжей [51].

---

[51] Следующие рисунки представляют:

Рис. 7. Быстро развивающиеся дрожжи в сахарной воде, смешанной с азотистыми и минеральными веществами. Клетки просвечивают, вовсе или почти

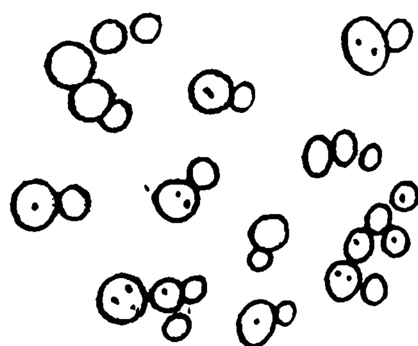


Рис. 7

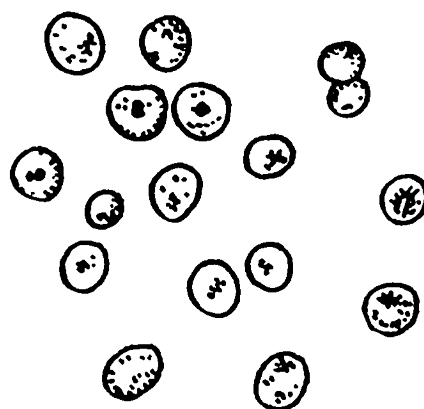


Рис. 8

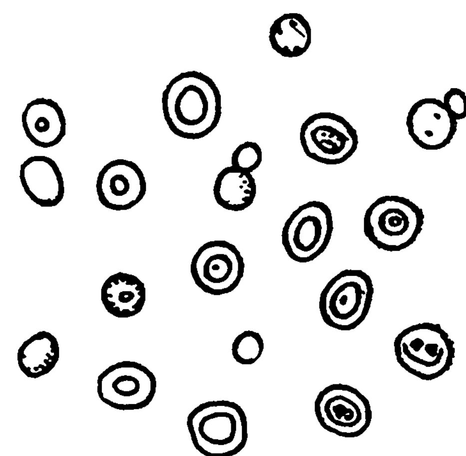


Рис. 9

не зернисты, контуры очень отчетливы. Обильное почкование. Почти нет изолированных клеток. Видны лишь ветвистые пакеты клеток в виде четок.

Рис. 8. Свежие дрожжи, только что полученные с пивоваренного завода; резко очерченные контуры вырисовываются черными в поле зрения микроскопа. Зернистость еще не ясная. Почек нет. Почти все клетки разъединены и свободны, расположены по отдельности.

Рис. 9. Дрожжи почти истощены. Много сильно зернистых клеток, с едва заметными контурами. Видны две оболочки. Нельзя сказать, существуют ли они на самом деле или это лишь одна толстая оболочка, в которой различаются внутренняя и наружная стенки.

Г-н Митчерлих в своем мемуаре (о химических реакциях, вызванных телами, которые действуют только путем контакта; «Annales de chimie et de physique», 3-e serie, 7, 1843, p. 30), который я уже цитировал, выражается следующим образом: «Когда берут вполне сформировавшиеся клетки, то они почти не претерпевают изменений во время брожения».

Дальше, на стр. 31, он добавляет: «При употреблении для сбраживания са-



§ 5. При всяком спиртовом брожении часть сахара фиксируется в дрожжах в виде целлюлозы

Факт образования спиртовых дрожжей в среде, состоящей из чистого сахара и фосфатов, показывает всю ту роль, которую играет сахар в образовании дрожжей, по крайней мере, в этих особых условиях.

Нельзя сомневаться в том, что: 1) целлюлоза дрожжей состоит из элементов сахара, 2) аммиак соединяется с другой частью сахара, образуя растворимые и нерастворимые белковые вещества клеток дрожжей.

Происходит ли это аналогичным образом в случае брожения сахара в присутствии белковых веществ?

Опыты, к подробному описанию которых я сейчас перейду, не оставляют в этом никаких сомнений. Они свидетельствуют о том, что в дрожжах имеется после окончания брожения больше целлюлозы, чем вначале. Таким образом, сравнивая эти опыты с теми, результаты которых я только что привел, можно считать в высшей степени вероятным, если не достоверным, что вся целлюлоза дрожжевых клеток образована элементами сахара [52].

хара вполне оформившихся клеток фермента я не замечал, чтобы они развивались».

Эти наблюдения г-на Митчерлиха полностью расходятся с моими: 1) взрослые вполне сформировавшиеся клетки претерпевают глубокое изменение во время брожения; 2) при сбраживании чистой сахарной воды или сахарной воды, смешанной с белковыми веществами, вполне сформировавшиеся клетки развиваются и размножаются.

[52] В процессе моих исследований я натолкнулся на особый вид фальсификации, вероятно, недавнего происхождения, к которой прибегают некоторые торговцы дрожжами и которой следует остерегаться. Она состоит в добавлении к пивным дрожжам, предназначенным для булочников, иногда довольно значительного количества картофельного крахмала. Это легко обнаружить микроскопическим исследованием. Зерна крахмала, в противоположность тому, что можно было ожидать, так как жидкость постепенно делается более кислой, растворяются во время брожения в ничтожных количествах. При длительно протекающих брожениях отчетливо видны многочисленные, изъеденные на поверхности, крахмальные зерна и частично растворенные и распавшиеся.

Что происходит между сахаром и белковыми веществами, когда сбраживание сахара происходит в присутствии этих последних? Происходит ли такое же связывание сахара, как это, несомненно, имеет место в присутствии аммиака? Не могут ли растворимые белковые клеточные вещества как таковые войти в состав клеток, осесть в них в твердом состоянии, единственно при посредстве чего-то вроде изомерического изменения? Нужно ли для этого, как в случае с аммиаком, вмешательство сахара, который их видоизменяет, уступив им частично или целиком все свои элементы? Это один из наиболее трудных вопросов данного исследования. Нужна известная смелость, чтобы решиться уподобить a priori оба рода брожения, с аммиаком и со сложными азотистыми веществами, и утверждать по аналогии, что и во втором случае необходимо также действие сахара, чтобы видоизменить белковые вещества и сделать их пригодными для питания клеток. Мы, однако, увидим, что увеличение веса дрожжей за счет фиксированной целлюлозы не может объяснить общего увеличения веса дрожжей за время брожения. Иными словами, это значит, что если прибавить к весу взятых дрожжей вес всей образовавшейся во время брожения целлюлозы, общий вес дрожжей вместе с их растворимой частью в том количестве, как ее находят после окончания брожения, все же не будет достигнут.

Поэтому не подлежит сомнению, что, помимо образования целлюлозы, значительная часть сахара входит в состав дрожжей. Но входит ли она в состав дрожжей, видоизменяя азотистое вещество, как в первом случае, когда она соединяется с аммиаком, чтобы сделать его пригодным для того, чтобы войти составной частью в тело клеток?

Я склонен думать, что это так, но было бы неосторожно это утверждать. У меня для этого нет решительных доказательств. Так, разница между увеличением веса дрожжей и весом фиксированной целлюлозы могла бы быть объяснена образованием одного или нескольких специальных тел, из которых ни одно не принимало бы участия в превращениях, претерпеваемых азотистыми веществами.

Изучение роли углеводов в образовании белковых веществ представляет большой интерес. Но оно весьма трудно, и требуется большая осторожность в толковании наблюдаемых фактов.

Установив эти общие положения, перейдем к изучению количества целлюлозы в дрожжах до начала и по окончании брожения.

Я поставил бродить:

100 г сахара,
750 см^3 воды (приблизительно),
2,626 г дрожжей (вес сухого вещества).

По окончании брожения, продолжавшегося двадцать дней, я собрал 2,965 г дрожжей (вес сухого вещества). Потом я поставил на несколько часов (от 6 до 8 часов) кипятить с серной кислотой, разбавленной в двадцать раз водой, две определенные навески: перебродивших дрожжей и тех же дрожжей до начала брожения.

Вес перебродивших дрожжей равнялся 1,707, а вес не бродивших дрожжей — 1,730 при 100°.

Остатки, не растворимые в серной кислоте, собирались на взвешенные фильтры и высушивались при 100°. Что касается жидкостей, то после нейтрализации их кислоты углекислым барием при кипячении я определил содержание в них сахара как посредством медного реагента, так и по количеству угольной кислоты, образованной во время брожения.

Относя полученные результаты к 2,626 и 2,965 г дрожжей, получаем, что 2,626 г сырых дрожжей дают нерастворимый азотистый остаток, равный 0,391 г (или 14,8%), и 0,532 г способного к брожению сахара, в то время как 2,965 г дают азотистый остаток в 0,634 г (или 21,4%) и 0,918 г способного к брожению сахара. Из этого следует, что:

1) при сбраживании 100 г сахара при посредстве 2,626 г пивных дрожжей фиксировалось около 0,4 г углеводов, которые могут быть превращены действием разбавленной серной кислоты в сбраживающийся сахар;

2) имеется значительное увеличение количества азотистых веществ, не растворимых в разбавленной серной кислоте.

Последнее представляет собой новое доказательство того, что во время брожения происходит фиксация с переводом в нерастворимое

состояние растворимых белковых веществ, содержащихся в активных дрожжах.

Оставалось выяснить, всю ли целлюлозу я растворил кипячением с разведенной серной кислотой. Для этого я определил содержание целлюлозы в неочищенных дрожжах методом г. Шлоссбергера. Я уже говорил, что г-ну Шлоссбергеру удалось почти полностью удалить белковые вещества дрожжей, получив в осадке вещество состава целлюлозы, превращаемое серной кислотой в сбраживающийся сахар. Для этого он пользовался едким калием — реактивом, так часто употреблявшимся г-ном Пэйеном в его исследованиях для растворения белковых веществ.

Я обработал едким калием три порции промытых дрожжей, каждая из которых после высушивания при 100° весила по 4,757 г.

Первая была поставлена настаиваться с концентрированным едким калием уд. веса 1,25, вторая с 10%-ным раствором едкого калия и третья с 5%-ным раствором его.

Настаивание продолжалось восемь дней; в течение всего этого времени сосуды ежедневно ставились в водяную баню на 2 часа.

После этого их фильтровали, промывали уксусной кислотой и высушивали фильтры при 100°.

Нерастворимые осадки, образованные углеводистыми веществами, способными в результате кипячения с разведенной серной кислотой превращаться в сахар и оставляющими после этой обработки лишь ничтожное количество вещества, дали в трех пробах 17,77; 19,29 и 19,21% сухого вещества дрожжей.

0,532 г сахара, полученные без воздействия едкого калия из 2,626 г дрожжей, соответствуют 20,2% веса сухих дрожжей. Следовательно, кипячение с разведенной серной кислотой действительно отняло всю целлюлозу.

Полученные результаты показывают меньшее содержание целлюлозы в дрожжах, чем то, которое было дано г-ном Пэйеном, но я должен заметить, что, во-первых, определение, произведенное г-ном Пэйеном, по-видимому, было косвенным; во-вторых, совершенно очевидно после всего сказанного, что количество целлюлозы в дрожжах меняется в зависимости от их возраста и от большей или меньшей продол-

жительности их действия на сахар. Так, мы выяснили, что дрожжи, собранные по окончании брожения, дали 0,918 г сахара на вес вещества, равный 2,965 г, что составляет 31,9% целлюлозы. Эта величина на 11% больше, чем до начала брожения.

Нет необходимости отмечать, что это значительное увеличение веса целлюлозы дрожжей во время их действия на сахар представляет собой еще одно лишнее доказательство, которое должно быть добавлено к моим данным о жизни дрожжей во время спиртового брожения.

§ 6. При всяком спиртовом брожении часть сахара фиксируется в виде жировых веществ

Браконно уже давно указал на наличие жировых веществ в осадке при брожении, который в большей своей части представляет собой не что иное, как винные дрожжи. По приведенным выше данным анализа г-на Пэйена, в пивных дрожжах имеется 2% жировых веществ.

Обычно считается, что жировые вещества дрожжей заимствованы из жировых веществ ячменя или других тел, служащих для образования дрожжей. Я выяснил путем прямого, очень простого опыта, что дрожжи во время брожения сами образуют свой жир при посредстве элементов сахара.

Я смешиваю с сахарной водой, приготовленной на очень чистом кристаллическом сахаре, прозрачный водный дрожжевой экстракт, обработанный в несколько приемов спиртом и эфиром. К этому смешанному раствору я прибавляю в качестве посевного материала, так сказать, невесомое количество свежих дрожжевых клеток. Они размножаются, сахар сбраживается, и мне удается, таким образом, получить несколько граммов дрожжей с помощью вещества, не содержащего даже ничтожного количества жира. Тем не менее, я нахожу, что пивные дрожжи, образованные в этих условиях, содержат 1—2% по весу легко омыляющихся жировых веществ с кристаллическими жирными кислотами. Этот жир может быть образован или элементами сахара, или элементами белковых веществ. Но я, в свою очередь, установил, что дрожжи, развившиеся в среде, состоящей из воды, сахара,

аммиака и фосфатов, также содержат жировые вещества. Следовательно, жировые вещества дрожжей берутся из сахара.

Эти опыты по своему характеру напоминают совместные опыты г.г. Дюма и Мильн-Эдвардса *, проделанные с целью проверить наблюдения Губера над происхождением пчелиного воска. Они подтверждают уже давно высказанные г-ном Дюма взгляды на возможное образование жировых веществ с помощью сахаров [53].

§ 7. Длительная жизнеспособность дрожжевых клеток

Когда я захотел, согласно изложенному в одной из предыдущих глав, подтвердить результаты, полученные в отношении наличия янтарной кислоты и глицерина в сброженных жидкостях, путем точного количественного определения угольной кислоты, я встретился с неожиданными затруднениями. Иногда я получал удовлетворительные цифры, иногда же объем угольной кислоты превышал теоретический расчет, причем не имелось какого-либо удовлетворительного объяснения этого явления.

Мало-помалу я выяснил, что причина расхождения результатов могла заключаться в употреблении слишком больших количеств дрожжей, к чему всегда имеется склонность при работе с маленькими количествами сахара. Следующий факт показал мне путь к истине. По особым соображениям, о которых здесь не стоит упоминать, я поставил бродить 5 г сахара с 10 г тестообразных дрожжей, заключавших 2,155 г сухого вещества. Это количество дрожжей значительно выше того, которое необходимо для превращения 5 г сахара. Я был очень удивлен, что это брожение не заканчивается нацело и что оно имеет тенденцию продолжаться с очень небольшим выделением газа, как это происходит, когда, наоборот, сахар находится в большом избытке, сравнительно с дрожжами. Кроме того, жидкость, исследованная при помощи реактива Фелинга, не содержала ни малейших следов сахара, хотя выделение углекислого газа говорило об обратном.

---

[53] См. по этому вопросу: Dumas, Boussingault et Payen. Recherches sur l'engraissement des bestiaux et le formation du lait. Annales de chimie et de physique, 3-e sér., 8, 1843, p. 70 и след.

В перевернутых над ртутью колбах я тогда поставил бродить:

I. Кристаллического сахара 1,313	II. Кристаллического сахара 1,4425
Винных дрожжей (осадок сцеженных бочек) 6,950	Пивных дрожжей, содержащих 2,150 сухого вещества . . 10,000
Чистой воды 9,336	Чистой воды . . . 9,210

Два дня спустя выделение газа в колбах было еще значительным, хотя первая содержала 360 см^3 газа и вторая 387 см^3 при 0° и 760 мм давления.

Теоретически вычисленные количества, даже если не принимать во внимание янтарную кислоту и глицерин, составляют 341,8 см^3 и 375,5 см^3.

Несмотря на этот избыток, газ полностью поглощался едким калием. Это была чистая угольная кислота.

Таким образом, было невозможно сомневаться, что в случае употребления больших количеств дрожжей получается объем чистого углекислого газа, намного превышающий указанный теоретическим уравнением Лавуазье, уже и без того грешившим преувеличением. Чтобы лучше изучить это неожиданное явление, я взял еще большее количество дрожжей. Я приведу данные только одного опыта, так как результаты всех испытаний, предпринятых мною в этом направлении, оказались одинаковыми. 0,424 г кристаллического сахара были поставлены для сбраживания с 10 г дрожжей (вес сухого вещества). Через день общий объем углекислого газа дошел до 300 см^3, т. е. почти в 3 раза превысил теоретический объем, составляющий только 110 см^3.

Было чрезвычайно интересно выяснить, не является ли этот избыток угольной кислоты результатом настоящего спиртового брожения углеводистых веществ, содержащихся в дрожжах. Я собрал и подверг перегонке всю жидкость, смешанную с дрожжами и с некоторым количеством баритовой воды, служившей для установления, что образовавшийся газ представлял собой угольную кислоту без примеси водорода, или какого-либо другого газа. 50 см^3 этой спиртовой жидкости были собраны и перегнаны во второй раз, и эта новая жидкость под-

верглась изучению при помощи очень маленького спиртометра. Для полной уверенности в показаниях этого спиртометра я составил несколько жидкостей из смесей воды и абсолютного спирта в определенных весовых отношениях и провел сравнительное изучение этих различных смесей и перегнанной жидкости так, чтобы последняя оказалась заключенной между двумя жидкостями известного состава.

В данном случае я нашел немного больше 0,6 г абсолютного спирта.

Таким образом, образовалось гораздо больше спирта, чем могло получиться из взятого сахара, причем образовалось количество, соответствовавшее полученному объему углекислого газа.

Мы имеем дело, действительно, с настоящим спиртовым брожением.

Итак, если прибавить к дрожжам сравнительно очень небольшое количество сахара, активность дрожжей продолжается и после того, как сахар уже разложен, причем они тогда действуют на собственные ткани, вначале с необычайной быстротой и энергией, затем все слабее.

Это явление представляет некоторые интересные особенности:

1. Если остановить брожение в тот момент, когда образовавшийся объем углекислого газа равен или несколько больше того, который соответствует взятому весу сахара, мы больше не находим в жидкости сахара. Из этого следует, что дрожжи действуют сперва на сахар и лишь потом на самих себя. Пока еще имеется сахар, они им питаются, но когда его запасы истощились, жизнь дрожжей не может вдруг остановиться, и они живут за счет веществ, которые находятся в их собственных тканях.

2. Нужно отметить значительную активность вторичного брожения, следующего за брожением сахара.

3. Действие дрожжей на свои собственные ткани * совсем не пропорционально их весу. Оно возрастает гораздо быстрее. Я приведу некоторые подробности, относящиеся к этому чрезвычайно важному пункту. Г-н Тенар и за ним все другие авторы советуют брать для получения хорошего спиртового брожения количество дрожжей, равное 20% от веса сахара или около 5%, если берут дрожжи в сухом

состоянии. Можно увеличить или уменьшить это количество дрожжей, не вызывая при этом ничего особенного, если не считать меньшей или большей продолжительности процесса брожения. Я часто сбраживал сахар с 1% дрожжей (вес сухого вещества), причем эти дрожжи были промыты, что, как известно, уменьшает их активность. Можно даже брать еще меньшие количества.

Казалось бы, следовательно, что во всех случаях, когда эти минимальные количества дрожжей превышаются, часть их, оставшаяся активной и способной действовать на новую порцию сахара, должна была использовать остаток своих жизненных сил для действия на самое себя, и что количества угольной кислоты и спирта должны были вследствие этого увеличиться. Но этого не происходит. Я довел вес дрожжей до 8% (вес сухого вещества) или до 40% (вес тестообразных дрожжей), но не получил объема угольной кислоты, превышающего теоретически вычисленный, с учетом образовавшихся во время брожения янтарной кислоты и глицерина. Я не поставил достаточного количества опытов для того, чтобы судить о тех пределах, после которых дрожжи начинают действовать на самих себя. Я думаю, что следовало бы дойти до количества тестообразных дрожжей, равного количеству взятого сахара, но что даже и при таких условиях объем угольной кислоты не будет существенно отличаться (если вообще он будет сколько-нибудь отличаться) от наблюдаемого в обычных условиях [54]. Из этих наблюдений следует, что в присутствии сахара даже небольшое истощение дрожжей лишает их способности действовать на углеводистые вещества собственных тканей. Будучи способны превращать сахар, они уже не могут растворять и превращать целлюлозу своих оболочек.

Я склонен истолковать описанные выше факты следующим образом. Пивные дрожжи, образованные почти исключительно из нормально развитых, если можно так выразиться, взрослых клеток, приводятся в соприкосновение с сахаром. Их жизнь вновь начинается. Они начинают почковаться. Это доказанный факт. Если в жидкости достаточно сахара, почки развиваются, ассимилируя сахар и белковые ве-

---

[54] Эти количества, однако, сильно меняются в зависимости от активности дрожжей.

щества материнских клеток. Постепенно они достигают обычного для них объема. Вот точная картина обычных медленных брожений. Предположим, наоборот, что имеющийся вес сахара совершенно недостаточен для того, чтобы привести клетки, только начавшие развиваться, в состояние полного развития или хотя бы сделать их оформленными и видимыми. Тогда мы встретимся со случаем, указанным в только что приведенных опытах, и будем иметь дело в некотором роде с клетками-матерями, имеющими совсем молодых детей. Так как не хватает питания извне, молодые почки живут за счет материнских клеток.

Предшествующие факты привлекли мое внимание к одному обстоятельству, относящемуся к дрожжам и уже давно замеченному. Оно в настоящий момент приобретает, благодаря его тесной связи с только что описанным явлением, значение совсем иное, чем то, которое ему приписывали до сих пор. Всем известно, что дрожжи, разведенные в чистой воде, особенно летом, выделяют из разных точек своей массы пузырьки газа, которые лопаются на поверхности жидкости, приподнимая с собой немного осевших дрожжей. Это явление, как и другие такого же рода, объяснялось тем, что дрожжи, соединяясь с воздухом, начинают разлагаться, что они портятся. Для такого заключения представлялось тем больше оснований, что дрожжи через несколько дней начинают издавать чрезвычайно неприятный запах, так как выделяющиеся газы содержат много водорода и небольшое количество сероводорода, что капля жидкости или осадка под микроскопом кажется полной инфузорий, вибрионов и т. д. и что, наконец, энергия дрожжей уменьшается.

Объяснение этих явлений далеко не точно. Правда, дрожжи, оставленные под водой, в конце концов загнивают. Но первое появление газа совсем не является началом последующего гниения. Активные дрожжи, разведенные в воде, проявляют свою активность в отношении своих собственных тканей, и при этом происходит настоящее брожение. Образуется большое количество спирта и абсолютно чистый углекислый газ. Картина клеточных изменений совершенно такая же, как и в случае обычно спиртового брожения. Нет ничего легче, как доказать, поместив дрожжевую кашицу в трубку,

опрокинутую над ртутью, что углекислый газ абсолютно чист. Что касается спирта, то вполне достаточно определить количество спирта в дрожжах на первый, второй, третий и четвертый день. Количество спирта, ничтожное в первый день, если дрожжи были промыты и промывные воды удалены, постепенно увеличивается, и пока под микроскопом видны только пивные дрожжи, происходит типичное спиртовое брожение. Только по истечении нескольких дней, когда под микроскопом видны различные дрожжи, а именно молочнокислые дрожжи и инфузории, появляется водород и прекращается образование спирта.

Как раз это и есть то явление, которое мы только что изучили, но в условиях, когда оно было выражено более резко, благодаря предшествующему сбраживанию небольшого количества сахара.

Мне кажется, что эти наблюдения имеют практическое значение. Они не только дают нам ключ к пониманию самопроизвольных изменений дрожжей, ни в какой мере не связанных с гниением, но и показывают, кроме того, что жизнь микодермы этого вида начинается, как только создаются подходящие условия температуры и влажности. Подобно зерну, всегда готовому прорастать, дрожжи живут за счет своего собственного вещества, если только они имеют необходимые температуру и воду, и их жизнь проявляется в виде характерного для них физиологического акта: образования угольной кислоты, спирта, янтарной кислоты и глицерина [55]. Помещенные в сахарную среду, эти дрожжи лишь продолжают жизнь, которая фактически никогда не прекращалась, но они проходят тогда все стадии с гораздо большей внешне проявляющейся энергией, потому что в то же время несравнимым образом возрастает совокупность процессов, связанных с жизнью и организацией.

---

[55] Если поместить на столик микроскопа очень маленький стеклянный чан с молодыми просвечивающими дрожжами, почти или вовсе не имеющими зернистого содержимого, разведенными в чистой воде без всякой примеси сахара, то мы увидим, что, спустя несколько часов, клетки становятся все более зернистыми и начинают выделять чистый углекислый газ. Внутри клеток образуются вакуоли и зернистость, подобная той, которая возникает при непосредственном действии их на сахар.

§ 8. Применение некоторых результатов данного исследования к составу сброженных жидкостей. Специальное исследование вина

Мы выяснили, что глицерин и янтарная кислота являются постоянными продуктами спиртового брожения. Они должны, следовательно, находиться во всех жидкостях, которые подверглись такого рода брожению, например, в вине, пиве, сидре. И, действительно, мы их там и находим, хотя до настоящего времени многочисленные анализы этих сброженных жидкостей их там не обнаружили. Экстрактивные, некристаллизирующиеся вещества, всегда содержащиеся в этих жидкостях, маскировали их присутствие.

Я произвел специальное исследование только в отношении вина, наиболее полезного и наиболее распространенного во Франции спиртного напитка.

Для экстрагирования глицерина и янтарной кислоты из вина я пользовался следующим способом. 250 см^3 вина обесцвечиваются 20 г животного угля, фильтруются, и уголь, оставшийся на фильтре, хорошо промывается. Отфильтрованная жидкость осторожно выпаривается и, после того как ее объем доведен приблизительно до 100 см^3, она обрабатывается несколькими граммами гашеной извести для нейтрализации кислот. Выпаривание заканчивается в вакууме. Оставшаяся масса обрабатывается в той же чашке, где она находится, или, что еще лучше, в ступке, смесью спирта и эфира, о которой уже говорилось на страницах этого мемуара и которая состоит из 1 части 90—92° спирта и $1^1/_2$ частей очищенного при 62° эфира.

Эта обработка сравнительно трудна, так как часть остатка представляет собою пластичную массу; но постепенно он весь запекается, и тогда его можно целиком растолочь. Каждая порция после промывания кладется на фильтр, а эфирная вытяжка выпаривается с соблюдением всех мер предосторожности в тарированной чашке; высушивание заканчивается в вакууме.

Приготовленный таким путем глицерин относительно чист, как показывают его анализ и его вкус (он содержит не больше 1—1,5% посторонних веществ).

Вот таблица анализов, проведенных по указанному способу:

	Количество глицерина на литр, рассчитанное на основании анализа $^1/_4$ л, г	Количество янтарной кислоты на литр, вычисленное по количеству глицерина, г	Количество спирта в 100 см³ вина, г
Бордоское вино выдержанное (хорошего качества)	7,412	1,48	7,5
Бордоское вино обыкновенное	6,97	1,39	7,35
Вино бургундское выдержанное (хорошего качества)	7,34	1,47	8,1
Вино бургундское обыкновенное . . .	4,34	0,87	7,8
Вино из Арбуа выдержанное (хорошего качества)	6,75	1,35	9,0

Количество глицерина в обыкновенном бургундском вине незначительно. Я склонен думать, что это вино было разбавлено спиртом и водой, что уменьшает количество глицерина и янтарной кислоты.

Цифры для янтарной кислоты были вычислены по глицерину, причем бралось наиболее обычное соотношение этих продуктов для всех брожений, которые мне приходилось анализировать, именно: на 3,5 части глицерина приблизительно 0,7 части янтарной кислоты.

Из каждого сорта вина, указанного в таблице, я выделил чистую кристаллическую янтарную кислоту, но при ее точном количественном определении я натолкнулся на еще не полностью устраненные трудности отделения ее без потерь от других веществ вина. Я буду в дальнейшем иметь случай вернуться к этому интересному вопросу.

Вина, в которых после окончания брожения не осталось сахара, дают количество экстракта, колеблющееся, согласно ряду авторов, между 15 и 25 г на литр. Таким образом, больше трети, а часто почти половина твердых и, несомненно, наиболее существенных составных частей вина были до сегодняшнего дня неизвестны. Все согласятся с тем, что глицерину, основному элементу жировых веществ, следует приписать значительную роль в благодетельных свойствах вина. Присутствие глицерина в вине, где он связан с белковыми веществами и фосфатами, заслуживает серьезного внимания физиологов. Янтарной кислотой ни в коем случае нельзя пренебрегать, несмотря на ее сравнительно небольшое количество. Вкус этой кислоты несколько странный. Смешав воду, спирт, глицерин и янтарную кислоту в соответствующих брожению отношениях, мы с удивлением замечаем, что эта

смесь чрезвычайно напоминает вино. Мы, таким образом, приходим к заключению, что вкус этого напитка, то, что более всего придает ему специфичность, в значительной степени зависит от янтарной кислоты.

Сопоставление количества глицерина, обнаруженного в этих сортах вина, с содержанием в них спирта, по которому можно приблизительно рассчитать исходный вес сахара виноградного сусла, как будто показывает, что при брожении виноградного сусла образуется гораздо больше глицерина и янтарной кислоты, чем при обычных брожениях. Это обстоятельство может иметь разные причины. Можно думать, например, что виноградные дрожжи представляют собой особый вид спиртовых дрожжей, обладающих особым действием, несколько отличным от действия их разновидностей другого происхождения. Для того чтобы проверить это предположение, я выписал из виноградников Юры винные дрожжи сбора 1858 г. Эти дрожжи были ни чем иным, как осадком, оставшимся в бочке с белым вином после сцеживания в первых числах марта. Я промыл этот осадок на фильтре. Под микроскопом он имел вид пивных дрожжей. Клетки этих дрожжей были очень зернисты. Они слегка отличались от обычных пивных дрожжей неодинаковой величиной своих зерен. Но совсем не было очень маленьких клеток. Не было также никаких следов молочнокислых дрожжей и постронних тел.

Степень активности этих дрожжей была средняя.

50 г кристаллического сахара были поставлены для сбраживания с 10 г этих дрожжей, содержавших 3,785 г сухого вещества.

7 и 9 апреля брожение окончилось. Проба с медным реагентом показала отсутствие сахара. Под микроскопом не оказалось ни молочнокислых дрожжей, ни каких-либо других посторонних дрожжей. Таким образом, брожение было целиком и полностью спиртовым.

По окончании брожения я собрал:

1) 2,750 г высушенных при 100° дрожжей;

2) 1,576 г экстрактивных веществ, не растворимых в эфирной смеси, в том числе экстрактивных веществ, связанных с янтарнокислым кальцием.

Сумма 2,750 + 1,576 составляет 4,326 г. После вычитания 3,785 г взятых сухих дрожжей получаем разность в 0,541 г. Итак на 50 г

сахара на этих винных дрожжах фиксировалось 0,541 г целлюлозы и других веществ, что составляет 1,082%. Этот результат очень хорошо совпадает с данными сбраживания при помощи пивных дрожжей, хотя и имеется значительная разница в соотношениях между растворимыми и нерастворимыми веществами спиртовых и винных дрожжей. Это следует из приведенных мною цифр. Что же касается янтарной кислоты, то я нашел, что ее вес, вычисленный по весу необходимой для ее насыщения извести, составляет 0,433 г. Наконец, очень тщательно определенный вес глицерина оказался равным 1,833 г.

Если удвоить эти цифры, они будут соответственно равны 0,866 для янтарной кислоты и 3,666 для глицерина на 100 г сахара. Они очень близки к тем, которые получаются при медленных брожениях с пивными дрожжами. Наоборот, они несколько превышают величины, характерные для быстро протекающих брожений.

Итак, винные дрожжи дают те же результаты, что и пивные. Следовательно, то большое количество глицерина и янтарной кислоты, которое мы обнаружили в вине, следует скорее приписать специальным условиям среды, создающимся при сбраживании виноградного сусла, или какому-нибудь неизвестному обстоятельству.

Как бы то ни было, исследование, проведенное нами в отношении некоторых сортов вина и продуктов брожения, получаемых при посредстве виноградных дрожжей, дает веское подтверждение правильности некоторых основных выводов этого мемуара.

Что касается толкования совокупности тех новых фактов, на которые я натолкнулся в процессе этих исследований, то я уверен, что всякий, кто будет судить о них беспристрастно, признает, что спиртовое брожение связано с жизнью, с организацией клеток, но не с их смертью или с их гниением, а также, что оно не представляет собой явления контакта, в котором превращение сахара совершается в присутствии фермента без того, чтобы что-нибудь дать ферменту или что-нибудь взять у него.

Этими строками я закончил свой мемуар об открытии молочнокислых дрожжей, организованных существ, вполне подобных спиртовым дрожжам, благодаря наличию которых происходят все явления молочнокислого брожения, так же, как разнообразные явления спиртового брожения объясняются присутствием обычных дрожжей.

К ВОПРОСУ О СПИРТОВОМ БРОЖЕНИИ

Г-н Бертло представил на заседании Академии от 28 мая текущего года сообщение, озаглавленное «О глюкозном брожении тростникового сахара» *, по поводу которого я должен высказать несколько замечаний.

Всем известно, что тростниковый сахар, смешанный с пивными дрожжами, претерпевает двоякое превращение. Первое делает его левовращающим сахаром, это называется инверсией сахара. Второе представляет собой собственно брожение, т. е. образование спирта, угольной кислоты, глицерина и т. д.

Сообщение Бертло имеет целью показать, что жидкий экстракт из дрожжей может инвертировать сахар, не вызывая настоящего брожения.

«Действие дрожжевого экстракта,— говорит он,— ограничивается инверсией сахара, не вызывает спиртового брожения и не ведет к немедленному развитию организованных существ».

Затем он добавляет:

«Дрожжевой экстракт содержит, следовательно, специальный *фермент,* растворимый в воде и способный превратить тростниковый сахар в сахар инвертированный».

Я привожу результаты Бертло так, как он дает их сам, не отвечая за них.

Во всех случаях из слов самого Бертло видно, что он называет *ферментом* растворимые в воде вещества, способные инвертировать сахар. Все, однако, знают, что имеется масса веществ, обладающих этой способностью, например все кислоты.

Я же в том случае, когда дело касается тростникового сахара и пивных дрожжей, называю ферментом только то, что сбраживает сахар, т. е. образует спирт, угольную кислоту и т. д. Что касается инверсии, то я ею не занимался. В примечании к мемуару, в котором я только что подвел итоги трехлетних наблюдений над спиртовым брожением, я лишь между прочим высказал догадку о причинах, ее определяющих.

Следовательно, противоречие, которое Бертло находит между моими высказываниями и реальными фактами, происходит исключительно вследствие широкого толкования, которое он дает слову фермент. Я же применял его всегда и исключительно в отношении веществ, вызывающих настоящее брожение.

СООБЩЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНО PENICILLIUM GLAUCUM И МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИССИММЕТРИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Имею честь сообщить Академии новый факт, представляющий, как мне кажется, большой интерес.

Я растворяю в воде чистую кислую аммонийную соль виноградной кислоты и незначительные количества фосфатов; потом я засеваю в жидкость несколько спор *penicillium glaucum* *. Эти споры развиваются и воспроизводят материнское растение, вес которого постепенно значительно увеличивается за счет питания кислородом воздуха и минеральными и органическими веществами раствора. Одновременно с развитием растения правовращающая винная кислота исчезает, а левовращающая остается в растворе, откуда ее можно легко выделить [1].

Я напоминаю любопытный опыт, опубликованный мною в прошлом году. В этом опыте пивные дрожжи, засеянные в сахарную воду, содержащую фосфаты и аммонийные соли, размножались и сбраживали сахара **.

Результаты, с которыми я знакомлю сегодня, до некоторой степени аналогичны. Плесень заменяет фермент, виноградная кислота — сахар. Когда имеются сахар и пивные дрожжи, весь сахар превращается, или, выражаясь обычным языком, весь сахар сбраживается. *Penicillium* же делает выбор. Я напомню также то странное брожение аммонийной соли виноградной кислоты, при котором видел, как особые дрожжи превращали правовращающую винную кислоту, оставляя нетронутой левовращающую ***. Здесь аналогия идет

[1] Если вместо паравинной кислоты взять тростниковый сахар, то последний исчезает полностью.

дальше, чем между *penicillium* и ферментом; здесь оба организма предпочитают правовращающее соединение левовращающему.

Мне кажется, я не должен входить сейчас в дальнейшие подробности. Я прибавлю только, что изложенные результаты не только открывают перспективы для физиологии растений и позволяют предугадать идеи о причине брожений. Они указывают еще на возможность применить их для расщепления тех органических веществ, у которых можно предполагать молекулярное строение такого же характера, как у виноградной кислоты.

Поразительно также, с одной стороны, то, что ферменты все более приближаются к низшим растениям, а с другой — что молекулярная диссимметрия, которая присуща исключительно естественным органическим веществам, вмешивается в жизненные явления как могущественный фактор, изменяющий химическое сродство.

ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРА ПИТАНИЯ ПЛЕСЕНЕЙ

Академия может быть помнит, что восемнадцать месяцев тому назад я имел честь представить ей сообщение по поводу опыта, касающегося пивных дрожжей, который привлек к себе особое внимание физиологов. Засевая почти невесомые следы этого микроскопического гриба в чистую воду, содержащую в растворенном состоянии кристаллизующиеся и, если так можно выразиться, неорганические вещества, а именно: кристаллический сахар, аммонийную соль и фосфаты, я наблюдал размножение маленьких шариков дрожжей, которые заимствовали необходимый им азот из аммонийной соли, углерод из сахара, минеральные вещества из фосфатов и в то же время вызывали брожение сахара *. Удаление какого-либо из этих трех основных питательных веществ приводит к прекращению развития дрожжей. Позднее я получил точно такие же результаты с дрожжами молочнокислого брожения **.

Предыдущий опыт разрешал спор о живой природе пивных дрожжей, которых Берцелиус, даже в своих последних работах, постоянно рассматривал как химический осадок, состоящий из маленьких шариков. Кроме того, этот опыт позволил получить совершенно очевидные доказательства скрытых взаимоотношений, существующих между ферментами и высшими растениями.

К тому же Академия знает, что все мои исследования, о которых я имел честь докладывать ей в течение нескольких последних лет, имеют своей целью найти доказательства того, что причиной всех истинных брожений являются растительные организмы, находящиеся на самых низших ступенях развития живых существ. Результаты,

которые я публикую сегодня, содержат новые подтверждения этого мнения. Сопоставляя мои новые наблюдения с данными, касающимися пивных дрожжей, о которых я только что говорил, мы сможем установить тесную аналогию между ферментами и как наиболее низко, так и наиболее высокоорганизованными видами растений. Я надеюсь также, что физиологи убедятся в том, что мои последние исследования позволяют разработать новый метод быстрого и удобного изучения вопросов, касающихся питания растений.

В чистой дистиллированной воде я растворил кристаллическую кислую аммонийную соль, кристаллический сахар и фосфаты, полученные при сжигании пивных дрожжей. Затем я засевал жидкость несколькими спорами *penicillium* или какой-либо другой плесени. Посеянные споры хорошо прорастают и вскоре, через два-три дня, в жидкости образуются хлопья мицелия, значительная часть которых очень быстро распространяется по поверхности жидкости и образует органы плодоношения. Плесень развивается очень быстро. Благодаря применению кислой аммонийной соли, развитие инфузорий приостанавливается; иначе инфузории вызвали бы задержку развития плесени, поглощая кислород воздуха, без которого плесени жить не могут. Растения заимствуют весь углерод из сахара, азот из аммиака, а минеральные соединения получают из фосфатов. Следовательно, в отношении ассимиляции азота и фосфатов существует полная аналогия между ферментами, плесенями и более высокоорганизованными растениями. Нижеприведенные данные доказывают это неоспоримым образом.

Если в опыте, результаты которого я только что доложил, я удалю одно из основных соединений, находящихся в растворе, то развитие растений прекращается.

Например, минеральные вещества как будто бы менее необходимы для подобных организмов, чем другие. Однако, если жидкость лишена фосфатов, развитие растений невозможно, каково бы не было содержание в ней сахара и аммонийных солей. Прорастание спор, едва начавшееся под влиянием того небольшого количества фосфатов, которое содержалось в самих внесенных спорах, быстро приостанавливается. Если аналогичным образом удалить аммонийную соль, развитие

растений полностью задерживается. Несмотря на чрезвычайное обилие свободного азота в окружающем воздухе и растворенного в жидкости, наблюдается лишь начало очень слабого прорастания спор под влиянием белковых веществ, содержащихся в посеянных спорах. Наконец, то же самое произойдет, если мы удалим сахар — питательное вещество, содержащее углерод,— несмотря на то, что в воздухе и в жидкости будет содержаться некоторое количество углекислоты. Действительно, я установил, что в отношении происхождения углерода плесневые грибы существенно отличаются от явнобрачных растений. Они не разлагают углекислоту и не выделяют кислород. Наоборот, поглощение кислорода и выделение углекислоты являются постоянными и необходимыми актами их жизнедеятельности.

Какие же выводы вытекают из вышеприведенных результатов? Во-первых, они позволяют получить точное представление о способах питания плесневых грибов, в отношении которых в литературе имелось лишь наблюдение г-на Бино, о котором на последнем заседании Академии напомнил г-н Буссенго *. С другой стороны, и это, может быть, и следует преимущественно отметить, полученные результаты дают нам метод, с помощью которого физиология растений смогла бы без затруднений приступить к разрешению наиболее сложных вопросов, касающихся жизнедеятельности этих мельчайших растений, и, таким образом, подготовить верный подход к изучению этих проблем у высших растений.

Даже учитывая опасение, что перенесение на высшие растения результатов, полученных на столь ничтожных по внешнему виду растениях окажется невозможным на первых порах для разрешения трудностей, связанных с изучением жизни растений, большой интерес представят исследования с менее сложными организмами, позволяющие получить с меньшим трудом более достоверные результаты.

Растение сведено здесь как бы к клеточному состоянию, а прогресс науки все с большей очевидностью показывает, что изучение процессов, происходящих под влиянием жизнедеятельности растений или животных, в их наиболее сложном проявлении, сводится в конечном счете к открытию явлений, свойственных клетке.

ИНФУЗОРИИ, ЖИВУЩИЕ БЕЗ СВОБОДНОГО КИСЛОРОДА И ВЫЗЫВАЮЩИЕ БРОЖЕНИЕ

Известно, сколь разнообразны продукты, образующиеся при так называемом *молочнокислом* брожении. Молочная кислота, слизь, маннит, масляная кислота, спирт, углекислота и водород появляются либо одновременно, либо последовательно, и притом в количествах, крайне различных и совершенно произвольных. Постепенно я пришел к убеждению, что растение-фермент, превращающее сахар в молочную кислоту, отлично от того или тех (так как их имеется два), которые вызывают образование слизистого вещества; последние, в свою очередь, не порождают молочной кислоты. С другой стороны, я убедился также и в том, что эти различные растения-ферменты, если они действительно *чистые,* не могут ни при каких обстоятельствах вызывать появление масляной кислоты.

Следовательно, должен существовать особый маслянокислый фермент (возбудитель маслянокислого брожения). Именно на этот момент я давно уже обратил свое внимание. Сообщение, которое я имею честь представить сегодня Академии, касается как раз происхождения масляной кислоты при так называемом молочнокислом брожении.

Я не буду входить здесь во все подробности этого исследования. Я ограничусь сперва изложением одного из выводов моей работы, который заключается в том, что *маслянокислым ферментом является инфузория* *.

Я был очень далек от того, чтобы ожидать таких результатов. Наоборот, мне долго казалось необходимым направлять свои усилия на устранение этих маленьких животных, ибо я опасался, что они питаются тем растительным ферментом, который, согласно моим предположениям, являлся возбудителем маслянокислого брожения и кото-

рый я пытался найти в употребляемых мною жидких средах. Но мне не удавалось уловить причину появления масляной кислоты, и в конце концов я был поражен постоянно вытекавшим из моих исследований совпадением между появлением масляной кислоты и инфузориями и, наоборот, между инфузориями и появлением масляной кислоты. До сих пор я приписывал это совпадение пользе или подходящим условиям, которые представляет наличие масляной кислоты для жизни этих маленьких животных.

Многократные опыты убедили меня в том, что превращение сахара, маннита и молочной кислоты в масляную кислоту обязано исключительно деятельности этих инфузорий и что их-то и надо признать истинными возбудителями маслянокислого брожения.

Вот их описание. Это маленькие цилиндрические, обычно прямые палочки, с закругленными концами; они встречаются одиночными или соединенными в цепочки из двух, трех, четырех и иногда даже больше члеников. Толщина их равна в среднем 0,002 мм. Длина отдельных члеников варьирует от 0,002 до 0,015 и 0,02 мм. Эти инфузории перемещаются скользящими движениями. Во время такого движения тело их остается прямым или слегка волнообразно изгибается. Они вертятся, покачиваясь, или вызывают быстрое дрожание переднего или заднего конца своего тела. Если длина палочек достигает 0,015 мм, то волнообразность их движений становится очень заметной. Часто они бывают изогнуты на одном конце, иногда же на обоих. Но эта особенность редко встречается в начале их жизни.

Они размножаются делением. Именно благодаря такому способу размножения некоторые из них принимают вид цепочки. Тот членик, который тянет за собой остальные, производит иногда быстрые движения, как бы пытаясь освободиться от последующих.

Хотя тела этих вибрионов имеют цилиндрическую форму, но часто кажется, что они состоят из ряда зерен или очень коротких, едва намечающихся члеников. Это, без сомнения, первые рудиментарные органы этих маленьких животных.

Эти инфузории можно засевать так же, как засевают пивные дрожжи. Они размножаются, если среда пригодна для их питания. И, что особенно важно отметить, их можно засевать в жидкости, содержащие

только сахар, аммиак и фосфаты, т. е. кристаллические и, так сказать, минеральные вещества. В этих жидкостях они размножаются, вызывая в них явно выраженное маслянокислое брожение. Вес образовавшихся организмов значителен, но, по сравнению с общим количеством образовавшейся масляной кислоты, он ничтожен, как это обычно и бывает со всеми ферментами.

Существование инфузорий, обладающих свойством ферментов (возбудителей брожения), является уже само по себе фактом весьма достойным внимания. Но к нему присоединяется еще то странное явление, что эти маленькие животные, эти инфузории живут и бесконечно размножаются, причем нет никакой необходимости снабжать их хотя бы ничтожными количествами воздуха или свободного кислорода.

Здесь было бы слишком длинно рассказывать, как я устроил, чтобы жидкие среды, в которых живут эти инфузории и которые кишат ими, совершенно не содержали свободного кислорода ни внутри, ни на своей поверхности. Это я устанавливал тщательным образом. Я прибавлю только, что я не хотел представлять свои результаты в Академию, не пригласив в качестве свидетелей некоторых из ее членов, которые, как мне кажется, признали точность показанных им экспериментальных доказательств.

Эти инфузории не только живут без воздуха, но воздух их убивает. Если пропускать некоторое время через жидкость, где они размножаются, ток чистой углекислоты, то это совершенно не отражается на их жизнедеятельности и размножении. Если же при совершенно таких же условиях заменить на один или два часа ток углекислоты током атмосферного воздуха, то все организмы погибают, и маслянокислое брожение, связанное с их существованием, тотчас же останавливается.

Мы приходим, следовательно, к двум положениям:

1) *маслянокислым ферментом (возбудителем маслянокислого брожения) являются инфузории;*

2) *эти инфузории живут без свободного кислорода.*

Это, я думаю, первый известный пример фермента животного происхождения, а также и животного, живущего без свободного кислорода.

Сам собой напрашивается вывод о близости образа жизни и свойств этих маленьких животных с образом жизни растительных ферментов в отношении их способности жить без воздуха, а также вытекающих из этого следствий, уясняющих причины брожения. Однако я оставляю за собой право вернуться к идеям, которые вызываются этими новыми фактами, после того как мне удастся осветить их опытом.

НОВЫЕ ОПЫТЫ И ВЗГЛЯДЫ НА ПРИРОДУ БРОЖЕНИЙ

В различных сообщениях, которые я имел честь представить Академии по вопросу о брожениях, в собственном смысле этого слова, я прилагал все усилия к доказательству того, что они связаны с присутствием и размножением организмов, для каждого брожения особых, и воздерживался от выражения какого-либо мнения о причине этих загадочных явлений. Более обстоятельное изучение продуктов брожений, выделение их ферментов, отыскание экспериментальных доказательств их живой природы — вот в чем состояла до сих пор цель моих исследований. Что касается основной идеи — взгляда на ферменты (возбудители брожения), как на живые организмы,— то сомнения, которые могли еще у некоторых оставаться, должны были быть рассеяны результатами работ по маслянокислому брожению, которые я имел честь недавно доложить Академии *. В этом докладе я высказал тот взгляд, что фермент (возбудитель) маслянокислого брожения представляет собою низшее животное — инфузорию или же, если не предрешать вопроса о границе между растениями и животными, он является организмом, двигающимся и размножающимся подобно тем, которых натуралисты называют вибрионами. В данный момент я хочу обратить ваше внимание на то, что упомянутый фермент маслянокислого брожения несет в самом себе, в своих движениях и в способе размножения явное доказательство принадлежности к организмам.

Итак, наряду с пивными дрожжами существуют и другие организованные ферменты (возбудители брожений). Несмотря на возра-

жения, которые эта идея встретила при своем возникновении, я смею надеяться, что в настоящее время ее можно считать признанной в науке.

Теперь нам предстоит решить не менее важный вопрос: в чем выражается действие организмов при брожении?

Я уже упомянул о том, что возбудитель маслянокислого брожения является организмом из рода вибрионов. Изучая, как я это делал, путем непосредственных опытов образ жизни вибрионов, описанных до настоящего времени естествоиспытателями, мы убеждаемся, что они поглощают из атмосферного воздуха значительные количества кислорода и выделяют углекислоту. То же самое вполне относится, согласно моим опытам, и к плесеням, торула и мукорам. Эти растеньица так же не могут обходиться без кислорода, как и низшие животные — инфузории. Кроме того, подобно обыкновенным инфузориям, растеньица эти не обладают свойствами ферментов. Другими словами, химические явления, вызываемые ими в питательных веществах, сводятся к явлениям питания, когда вес усвоенного питательного вещества соответствует весу преобразованных под его влиянием тканей. С вибрионом маслянокислого брожения дело обстоит совершенно иначе, ибо я установил, что вибрион этот, с одной стороны, живет без свободного кислорода, а с другой — является ферментом. Пусть успехи науки в области, касающейся определения границ двух царств, отнесут названный вибрион к растениям или к животным, это не имеет теперь значения. Жизнь без воздуха и свойства фермента представляют собою две особенности, отличающие его от всех обыкновенных низших организмов обоих царств природы. Это сущность дела, которую надо как следует уразуметь.

Сближение данных фактов заставляет нас спросить себя, нет ли скрытой связи между свойствами возбудителей брожения и способностью их жить без доступа атмосферного воздуха, раз мы видим, что обходящийся без кислорода вибрион маслянокислого брожения обладает признаками такого возбудителя, тогда как эти признаки отсутствуют у обыкновенных вибрионов и мукоров, для которых жизнь без кислорода невозможна.

Я постарался изложить в точной последовательности факты, выяснившие необходимость новых опытов и внушившие мне новые взгляды, о которых мне остается говорить.

В стеклянный баллон, вместимостью в четверть литра, я наливаю около 100 см³ сахарной воды, к которой прибавлены белковые вещества. Я вытягиваю над огнем горлышко баллона и подвожу под ртуть его открытый заостренный кончик. Затем я кипячу жидкость в баллоне до тех пор, пока совершенно не выйдет воздух, заключающийся в нем, а равно и растворенный в жидкости. Во время охлаждения в баллон проникает ртуть. Тогда, разбив посредством толчка в глубине чашки с ртутью вытянутую часть горлышка, так, чтобы туда не проникло ни малейшей частицы воздуха, я вношу в баллон очень небольшое количество свежих пивных дрожжей. Опыт показывает, что засеянные дрожжевые клетки размножаются, хотя и с трудом, и что сахар начинает бродить. При таких условиях 1 весовая часть дрожжей разлагает 60, 80 и 100 частей сахара. Значит, пивные дрожжи могут размножаться при абсолютном отсутствии свободного кислорода, при этом они проявляют в высокой степени свойства возбудителей брожения *. Установив это, повторим наш опыт в присутствии большого количества воздуха, как источника кислорода. С этой целью в стеклянную неглубокую чашку с большой поверхностью я наливаю тонким слоем воду, содержащую сахар и белковые вещества, и вношу туда затем маленькое количество пивных дрожжей, оставляя чашку почти открытой, свободной для доступа атмосферного воздуха. Если мы хотим анализировать газ и исследовать изменения воздуха, опыт следует производить в большой колбе с плоским дном, вытянув и запаяв ее горлышко так, чтобы впоследствии можно было отбить кончик под ртутью и уловить выделившийся газ для определения отношения между объемами кислорода и азота.

В проводимых таким образом опытах дрожжи размножаются с замечательной быстротой, не известной доселе в жизни этого растеньица. Опыт в колбе показывает, кроме того, что, размножаясь, дрожжевые клетки извлекают из воздуха значительное количество кислорода. Нет никакого сравнения между скоростью развития кле-

ток дрожжей в указанных особых условиях и в условиях, которые мы рассматривали первоначально, когда свободный кислород отсутствовал. Без преувеличения можно сказать, что в одном случае они размножаются в сто раз быстрее, чем в другом.

Из этого вытекает, что пивные дрожжи способны вести совершенно различные по существу два образа жизни. Свободный кислород может совершенно отсутствовать или находиться в любом количестве. Во втором случае растение пользуется им, причем в нем идет особо возбужденная жизнь. Растеньице живет тогда так же, как живут низшие растения. Я уже указывал раньше на отсутствие существенных отличий в отношении усвоения углерода, фосфорнокислых солей и азота между пивными дрожжами и плесенями, и потому можно считать твердо установленным, что образ жизни дрожжей, поставленных в условия, при которых они могут пользоваться свободным кислородом, во всем подобен образу жизни низших растений и животных. Опыт доказывает, что аналогия идет еще дальше, что она распространяется и на способность к брожению. Действительно, определяя бродильную способность дрожжей, когда они ассимилируют свободный кислород, находят, что эта способность у них почти совершенно исчезает.

Я не сомневаюсь, что мне удастся окончательно ее подавить. Но я с уверенностью могу утверждать, что мне уже случалось раз в двадцать понизить ее, по сравнению с обыкновенными условиями. Другими словами, я достигал, что на 1 часть образовавшихся дрожжей было разложено только 6—8 частей сахара. Заметим, кроме того, что пивные дрожжи, которые развиваются при доступе воздуха, поглощая кислород, и которые под этим влиянием и в силу особого образа жизни утрачивают свойства возбудителей брожения, по существу, не изменяют своей природы. Напротив, попав в воду с сахаром, без доступа воздуха, они немедленно вызывают в ней самое энергичное брожение. Я никогда не видел более активных спиртовых дрожжей, вероятно, вследствие того, что все дрожжевые клетки были наполнены содержимым и почковались. Невозможно найти более однородные, замечательные в отношении формы и, если можно так выразиться, здоровые дрожжи *.

Итак, одноклеточное растеньице, называемое в просторечии пивными дрожжами, способно развиваться без свободного кислорода и является ферментом (возбудителем брожения). Это свойство отличает его от всех низших организмов. Растеньице это также развивается, поглощая свободный кислород, и притом с такой энергией, что это состояние представляется его нормальной жизнью, но тогда оно уже не имеет свойств возбудителя брожения. Это свойство, наоборот, сближает его со всеми низшими организмами. Не будем упускать из виду, однако, что если дрожжи и утрачивают способность возбуждать брожение при размножении под влиянием кислорода воздуха, то они снова начинают в полной мере действовать как фермент, лишь только свободный кислород исчезнет.

Вот факты во всей их простоте. Каковы же ближайшие выводы из них? Должны ли мы предположить, что дрожжи, которым кислород так необходим, что они усиленно отнимают его из атмосферного воздуха, перестают в нем нуждаться и обходятся без него, когда их лишают этого газа в свободном виде, предоставляя его им в избытке в форме какого-нибудь соединения в сбраживаемом веществе? Вот в чем вся загадка брожения. Мы ответим на поставленный вопрос следующим образом. Энергичное усвоение пивными дрожжами свободного кислорода доказывает, что он необходим им для жизни и, следовательно, они должны брать его у сбраживаемого вещества, когда к ним прекращают доступ кислорода в свободном виде. В этом случае растеньице тотчас же выступает перед нами как агент разложения сахара. Дыхание его клеток сопровождается нарушением равновесия молекул сахара вследствие того, что у последних отнимается часть их кислорода. Это влечет за собой разложение сахара, и растение приобретает свойства фермента. Наоборот, при усвоении свободного кислорода у него это свойство отсутствует.

Итак, наряду с известными доселе организмами, которые все, без исключения (так, по крайней мере, считают), могут двигаться и питаться в присутствии свободного кислорода, имеется еще группа живых существ с дыханием настолько энергичным, что они способны жить без доступа воздуха, поглощая кислород различных соединений, в результате чего происходит медленное, но постоянное разло-

жение последних. Эта вторая группа организмов — ферменты (возбудители брожений), во всем подобные организмам первой группы, живущие, как и те, усваивающие, как и те, углерод, азот и фосфорнокислые соли, нуждающиеся, как и те, в кислороде, но отличающиеся тем, что при недостатке свободного кислорода они могут дышать при помощи кислорода, беря последний из не особенно стойких соединений.

Таковы факты и теория, которая является, по-моему, их естественным выражением. Представляю их на заключение Академии в надежде, что мне удастся скоро подкрепить их новыми экспериментальными доказательствами *.

НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ДАННЫЕ О ДРОЖЖАХ СПИРТОВОГО БРОЖЕНИЯ

Я называю дрожжами спиртового брожения клеточные образования или организованные ферменты, развивающиеся в нейтральных или слегка кислых средах, содержащих сахар, таких, как пивное сусло, виноградный сок, сахаристый сок груш, яблок и т. д. Объем, форма, структура образований, вызывающих брожение сахара, растворенного в этих жидкостях, колеблются в довольно широких пределах в зависимости от состава натуральной или искусственной среды, в которой они образовались. Еще неизвестно, являются ли ферменты разновидностями одних и тех же дрожжей или же существует много различных специфических дрожжей спиртового брожения. Несмотря на прежние и современные высказывания различных авторов, происхождение этих образований остается еще очень неясным. Одни без всяких колебаний утверждают, что споры различных плесеней могут превращаться в дрожжи и, наоборот, что дрожжи могут принимать форму обычных плесеней. Другие, к числу которых считаю необходимым отнести Митчерлиха, думают, что маленькие инфузории* из рода *bacterium* всегда предшествуют появлению дрожжей. Согласно мнению г-на Тюрпена, гранулы, содержащиеся в ячменной муке, являются шариками — зародышами пивных дрожжей; по его мнению, во всех растительных соках, а также в белке яйца содержатся мельчайшие частицы, являющиеся исходной стадией всех дрожжей спиртового брожения. Это один из примеров еще очень распространенной теории самозарождения дрожжей.

Я хочу зафиксировать мой приоритет в отношении некоторых новых наблюдений, могущих пролить свет на определенные стороны этого трудного вопроса, который я продолжаю изучать.

ИМЕЮТ ЛИ БАКТЕРИИ И ДРОЖЖИ СПИРТОВОГО БРОЖЕНИЯ ОБЩЕЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ? ВИНОГРАДНЫЕ ДРОЖЖИ

Если мы оставили натуральный или искусственный нейтральный или слегка кислый сок, содержащий сахар, спонтанно сбраживаться, то бактерии почти всегда появляются первыми; затем, или одновременно с ними, появляются клетки тех или иных дрожжей спиртового брожения.

Авторы, не уделявшие внимания влиянию кислой или нейтральной реакции растворов на развитие этих различных организмов и изучавшие образование дрожжей спиртового брожения, лишь в некоторых специальных условиях могли наблюдать, что бактерии всегда примешаны к клеткам дрожжей и предшествуют появлению последних. Поэтому они считали, что между этими существами имеется общность происхождения. Другие ученые, которые, как и г-н Тюрпен, изучали натуральные жидкости, содержащие большое количество мельчайших частиц, предполагали, что дрожжи как раз и образуются из этих гранул. Некоторые исследователи, с уверенностью наблюдавшие образование дрожжей лишь в мутных фруктовых соках, содержащих большое количество клеток, оторванных от мякоти плода, утверждали, что эти клетки паренхимы и превращаются в клетки дрожжей.

Для того чтобы убедиться, что появление клеток дрожжей не имеет ничего общего с появлением бактерий, гранулами или клетками мякоти фруктов, достаточно вызвать спонтанное (под этим я подразумеваю образование дрожжей без непосредственного внесения посевного материала) образование дрожжей в жидкостях, профильтрованных до полной прозрачности, содержащих сахар, и настолько кислых, что бактерии образовываться в них не могут. Для этих исследований очень подходит сок зрелого винограда. Его естественная кислотность полностью задерживает появление бактерий; к тому же в нем очень легко наблюдается спонтанное образование дрожжей. Наконец, после фильтрования он становится столь же прозрачным, как дистиллированная вода. В этих условиях в виноградном соке

появляются клетки дрожжей, к которым не примешаны какие-либо другие посторонние образования, за исключением маленьких прозрачных блестящих кристаллов виннокислого кальция, возникновение которых наблюдается лишь в некоторых случаях. Не доказывает ли это столь простое и столь легко воспроизводимое наблюдение, что не имеется никаких серьезных оснований предполагать, что появление дрожжей связано с присутствием бактерий? По моему мнению, одновременное существование этих организмов в жидкостях,

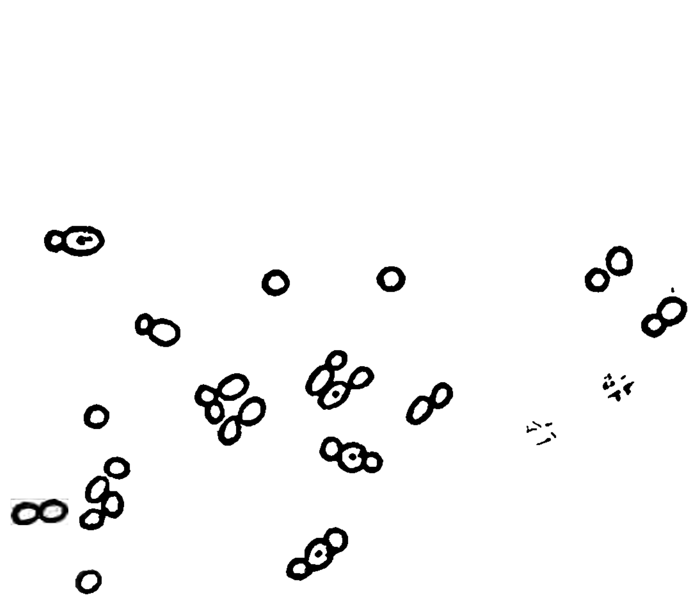


Рис. 10

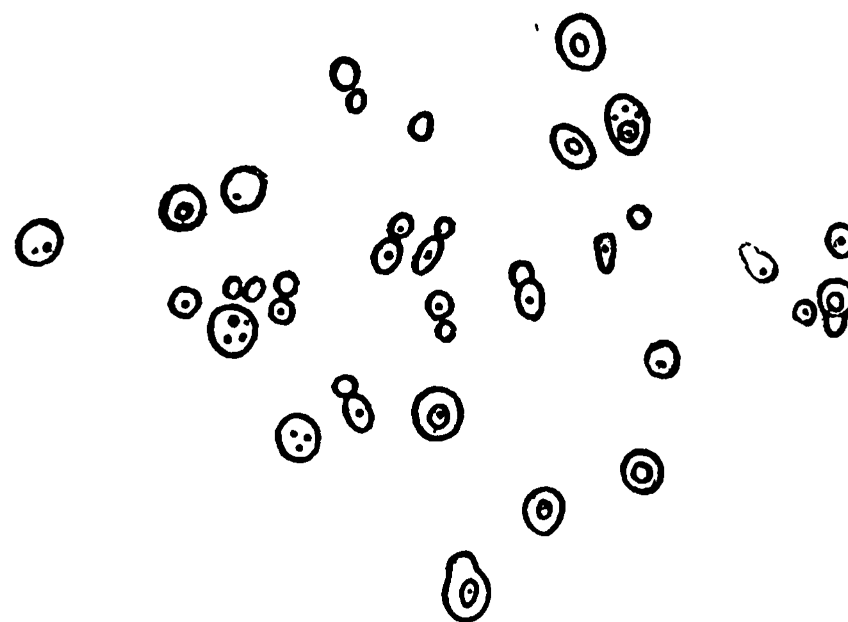


Рис. 11

содержащих сахар, является лишь случайным совпадением, объясняющимся необычайной легкостью, с которой эти организмы могут возникать в подобных средах с нейтральной или едва кислой реакцией. Например, в сахаристом соке груш всегда появляются бактерии, смешанные с дрожжами; но если мы предварительно для предосторожности подкислим грушевый сок, добавляя немного винной кислоты, то в нем появятся лишь одни дрожжи.

Если мы отметим к тому же, что в профильтрованном виноградном соке мы не найдем дрожжей, размеры которых колебались бы от еле заметной точки до нормальных размеров, и что мы никогда не обнаружим дрожжей очень маленького размера, расположенных поодиночке, то мы очень быстро убедимся в том, что все клетки дрожжей образуются одна из другой, а не из веществ, находящихся в растворе.

На рис. 10 изображены дрожжи спиртового брожения, спонтанно развившиеся в 24 часа в виноградном соке (Пюльсар-Арбуа) *,

профильтрованном до полной прозрачности. Эти дрожжи по внешнему виду очень отличаются от обычных пивных дрожжей.

На рис. 11 и 12 изображены, нарисованные с помощью рисовального аппарата, эти мелкие дрожжи в смеси с обычными пивными дрожжами для того, чтобы лучше показать имеющиеся между ними различия.

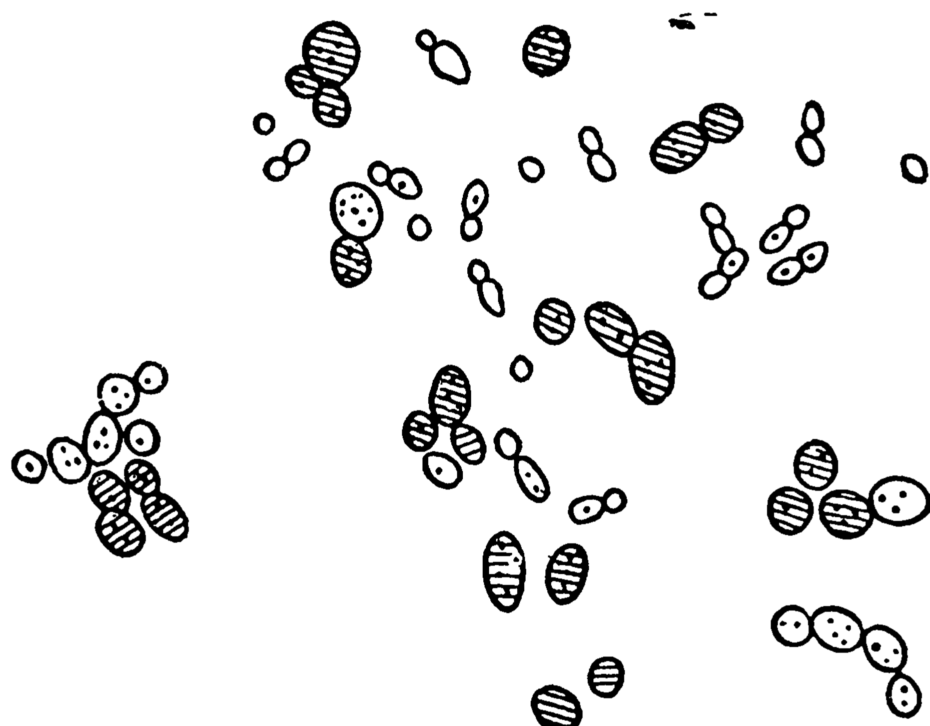


Рис. 12

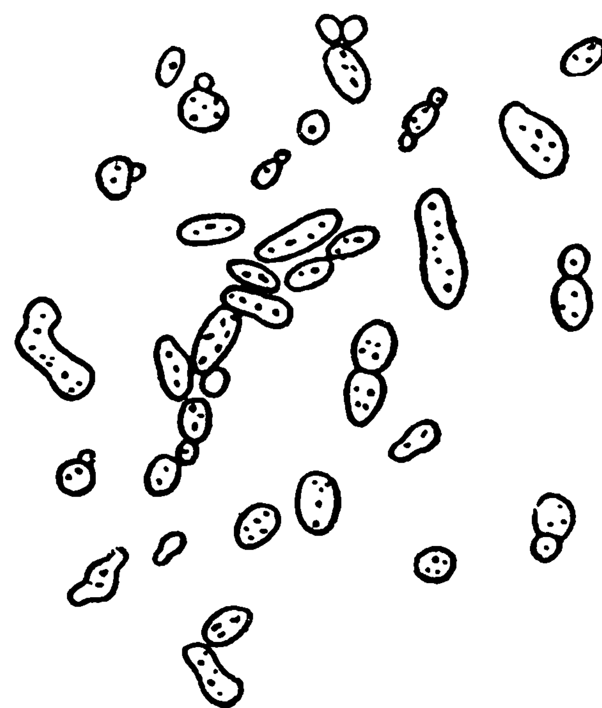


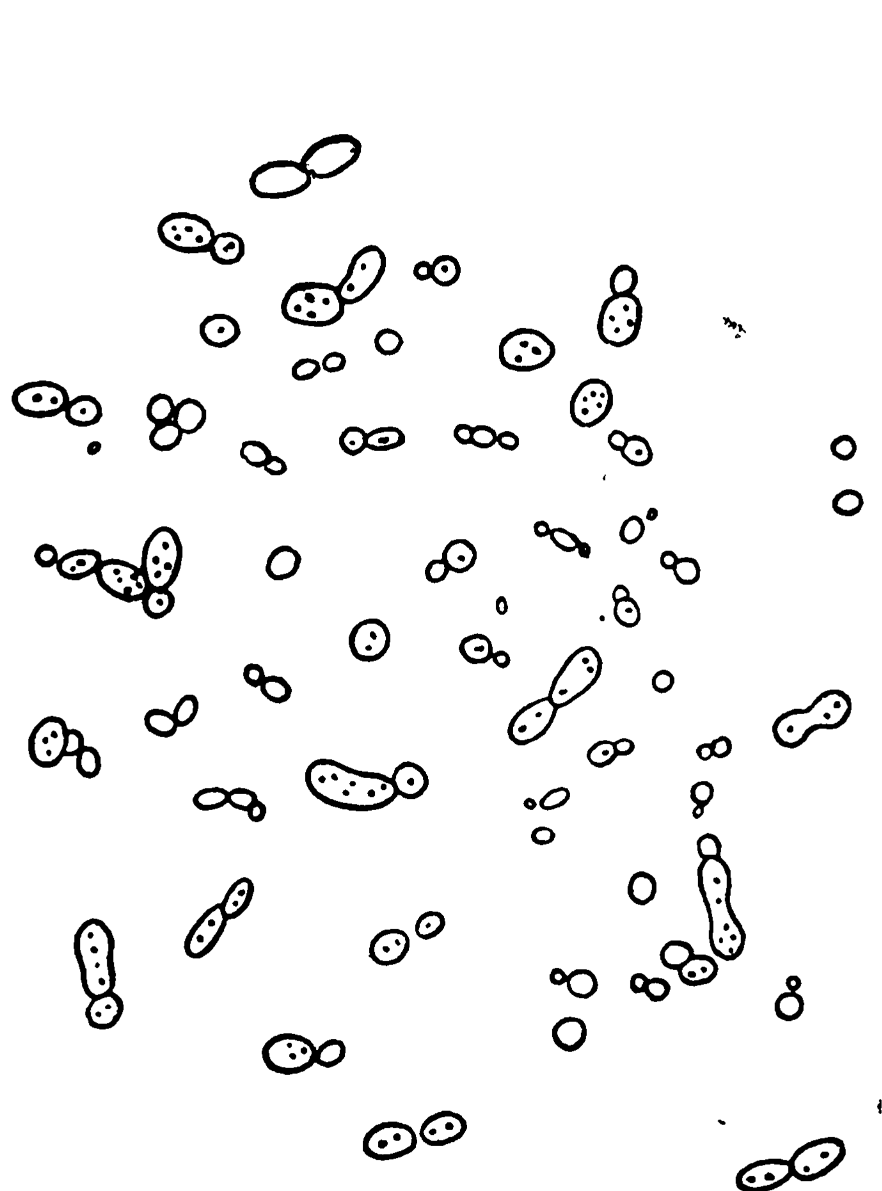
Рис. 13

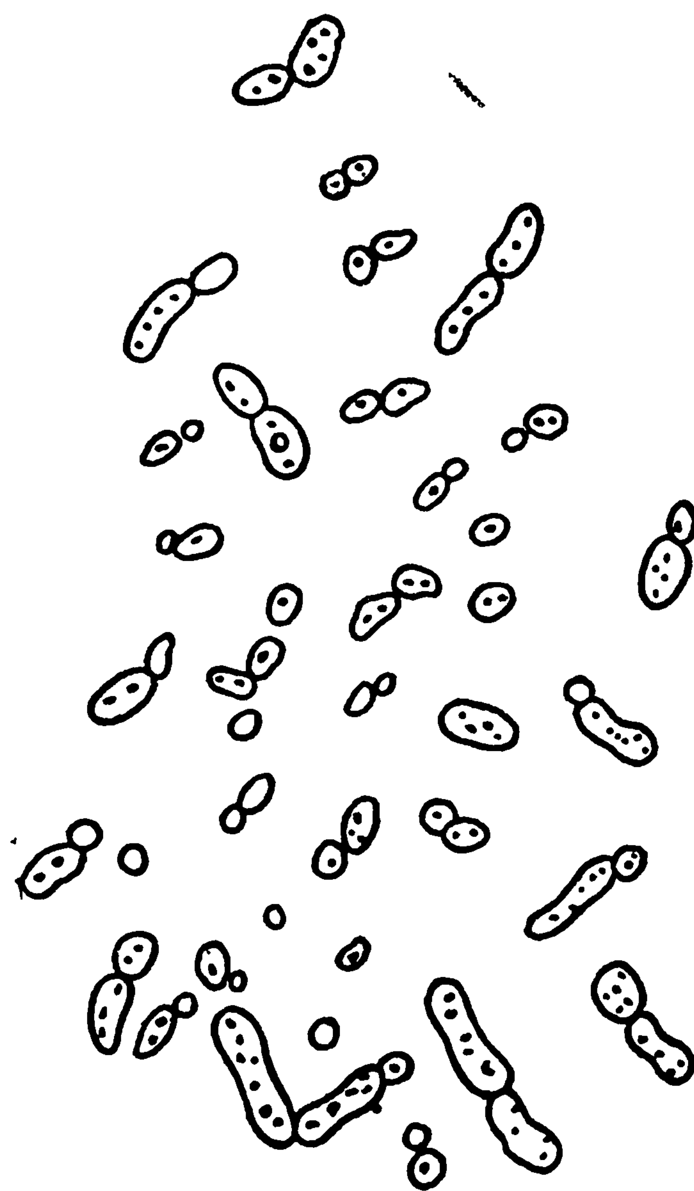
Обычно в виноградном соке образуются также и более крупные дрожжи, несколько удлиненной формы, которые и являются настоящими виноградными дрожжами. На рис. 13 изображены эти дрожжи, смешанные с несколькими члениками мелких дрожжей, о которых говорилось выше.

На рис. 14 представлены дрожжи, обнаруженные 8 октября 1861 г. на свежесобранном винограде, привезенном лишь за день до этого с виноградника. Мы ясно видим смесь двух типов дрожжей.

На рис. 15 изображены дрожжи, обнаруженные 9 октября в бочке с соком, приготовленным из этого винограда. Мелкие дрожжи почти полностью исчезли или, говоря точнее, членики этих дрожжей, появившихся первыми, встречаются в столь незначительных количествах среди члеников другого вида или другой разновидности, что в каждом поле зрения микроскопа видны только единичные мелкие членики.

По мере того как брожение виноградного сусла продолжается, дрожжи постепенно меняют свой внешний вид; они теряют свою удлиненную форму. Под этим следует понимать, что вновь образующиеся членики дрожжей имеют более округлую, более сферическую


Рис. 14


Рис. 15

форму и содержат бо́льшее количество гранул. Это объясняется отсутствием воздуха. Я установил, что все дрожжи спиртового брожения более прозрачны, имеют более удлиненную форму, лучше себя чувствуют, если можно так выразиться, более активны, когда они образуются в начале брожения в присутствии растворенного в жидкости воздуха (смотрите мое сообщение в «C. r. de l'Acad. sci.», заседание от 17 июня 1861 г., 52, 1260—1264) *.

На рис. 16 изображены дрожжи, обнаруженные 10 октября в бочке, о которой я только что говорил. Мы видим, что они уже значительно изменились. Маленькие дрожжи, изображенные на рис. 10,

по-видимому полностью исчезли. Развитие их приостановилось, а образовавшиеся ранее шарики или членики смешаны со столь большим количеством клеток другого вида, что их более не удается обнаружить в поле зрения микроскопа. Для того чтобы найти мелкие

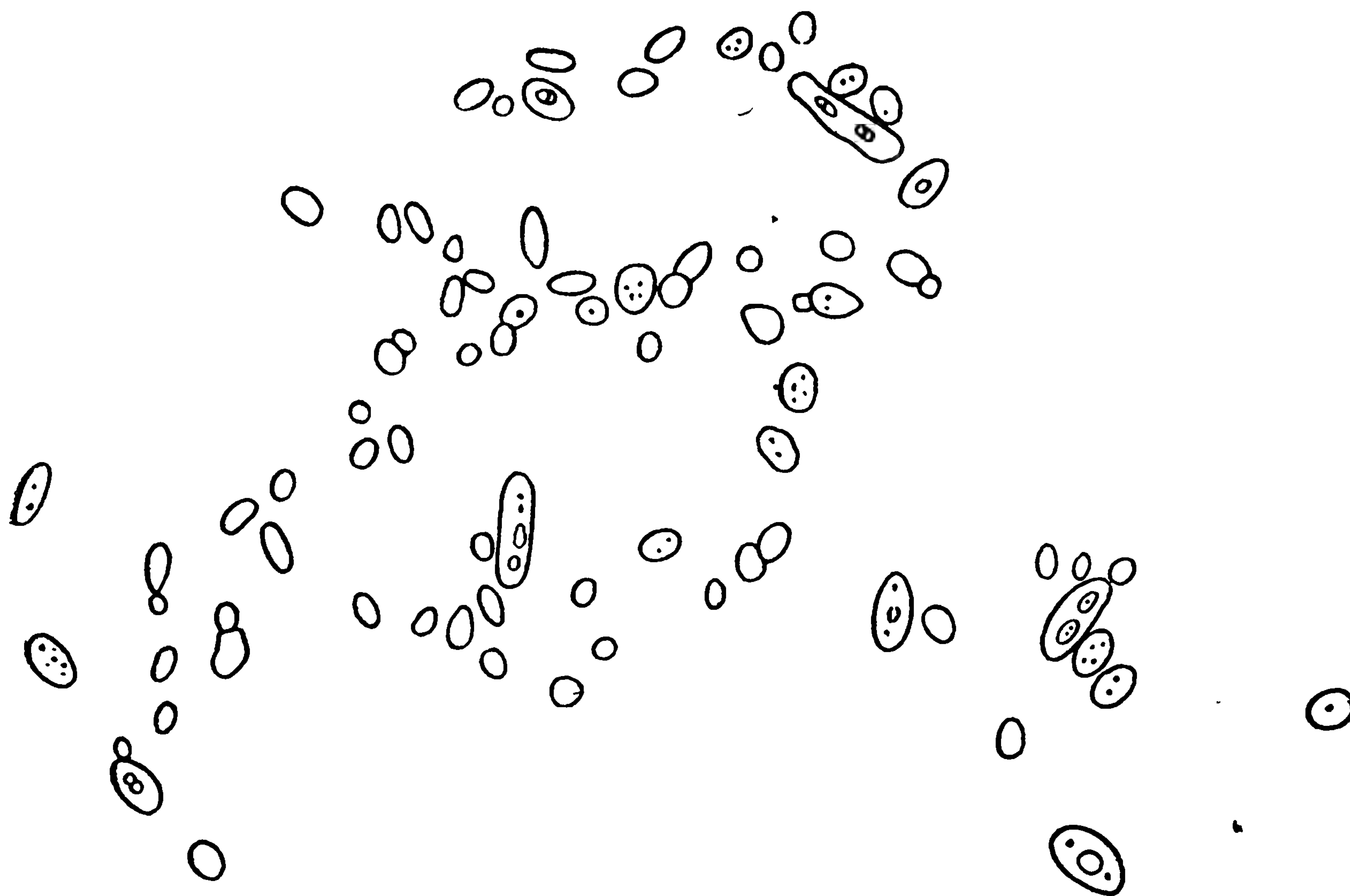


Рис. 16

дрожжи в массе жидкости, их необходимо очень внимательно искать. К несчастью, рисунок плохо передает то, о чем я говорю.

Мимоходом одно слово о почковании дрожжей. Насколько мне известно, никто еще не проследил его de visu. Вот каким образом первые наблюдатели удостоверились, что дрожжи действительно размножаются почкованием. Возьмем для микроскопического изучения пробу обычных пивных дрожжей пивоваренных заводов: шарики обычно лежат поодиночке, не касаясь друг друга и не имеют почек. Посеем эти дрожжи в белковую среду, содержащую сахар, и на следующий день изучим их снова. Мы убедимся, что они или покрыты почками, или уже образовали целый ряд клеток, которые, в свою очередь, находятся на стадии размножения почкованием. Можно ли

после этого сомневаться в том, что посеянные шарики образовали почки, что эти почки увеличились в размерах, превратились в материнские клетки, которые, в свою очередь, образовали более молодые клетки и так далее? Защитники теории самозарождения дрожжей считают, однако, что все это является лишь заблуждением и что новые клетки после своего спонтанного появления в жидкости в виде очень маленьких гранул прикрепляются к более крупным клеткам, чтобы жить в сообществе с ними. Убедимся в том, что дрожжи действительно образуют почки.

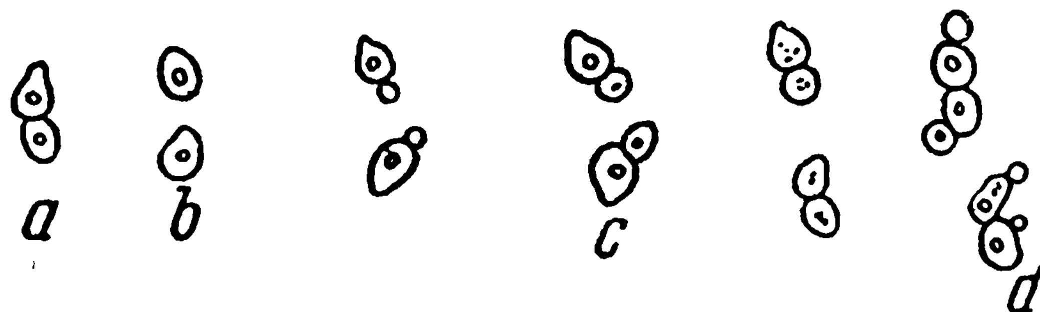


Рис. 17

12 октября 1861 г. в 10 час. утра я раздавил ягоды винограда и вытекающий сок не фильтровал. Затем время от времени в течение дня я изучал этот сок под микроскопом пока не обнаружил в нем пару клеток мелких дрожжей, изображенных на рис. 10. Я нашел их лишь в 7 часов вечера и изобразил на рис. 17, *a*. Начиная с этого момента, я не терял этих склеенных клеток из поля зрения. В 7 час. 10 мин. я увидел, что они разошлись и несколько удалились одна от другой (рис. 17, *b*). Между 7 час. и 7 час. 30 мин. я наблюдал, как на каждой из этих клеток появилось по очень маленькой почке, которые постепенно увеличивались в размерах. Эти почки образовались приблизительно на месте бывшего слияния клеток. В 7 час. 45 мин. почки достигли значительных размеров (рис. 17, *c*). В 8 час. размер их не отличался от размера материнских клеток. В 9 час. на всех клетках, как старых, так и вновь образовавшихся, появилось по новой почке (рис. 17, *d*). С этого момента я прекратил наблюдение за размножением клеток. Мы видим, что за 2 часа два шарика образовали восемь, включая сюда и два исходных материнских шарика.

ИДЕНТИЧНЫ ЛИ СПИРТОВЫЕ ПИВНЫЕ ДРОЖЖИ СПИРТОВЫМ ДРОЖЖАМ ВИНОГРАДА?

Я не могу еще дать окончательный ответ на этот вопрос. Для этого мне необходимо собрать большее количество всесторонне изученных фактов. Однако данные, о которых я буду говорить, заслуживают серьезного внимания, так как они указывают на наличие более глубоких и более фундаментальных различий между этими дрожжами, чем принято думать.

Я посеял в профильтрованный виноградный сок несколько миллиграммов очень свежих шариков пивных дрожжей. Я ожидал, что посеянные шарики дрожжей начнут очень быстро развиваться и вызовут интенсивное брожение. Рядом находился такой же сосуд, но не засеянный дрожжами.

На следующий день никакого помутнения жидкости в двух сосудах не наблюдалось; брожение еще не началось; наружная температура 12,5°. Еще через день незасеянный сок стал очень мутным, вследствие появления дрожжей, изображенных на рис. 10, начавшееся брожение заметно по выделению микроскопических пузырьков газа. Удивительно, что жидкость в другом сосуде не помутнела, посеянные дрожжи заметным для глаза образом не развились и никаких видимых следов брожения не отмечено.

Я изучил под микроскопом взятый из этого сосуда едва заметный осадок, образовавшийся лишь вблизи от места падения маленького кусочка пивных дрожжей. На рис. 12 приводится точное изображение этого осадка. В посеянных шариках содержится большое количество гранул, они сильно окрашены в коричневый цвет красящим веществом сока, и многие из них как бы потеряли свое содержимое под влиянием эндосмоса; по-видимому, они погибли. Рядом с ними можно обнаружить такие же шарики, но прозрачные или же едва окрашенные, с неясно выраженными контурами, находящиеся в стадии почкования и, очевидно, образовавшиеся из посеянных шариков. Их очень мало. Наконец, мы видим большое количество клеток мелких дрожжей, изображенных на рис. 10, образовавшихся спонтанно, как и дрожжи в соседнем незасеянном сосуде, в котором

они появились раньше и в большем количестве в силу того, что жидкость не была засеяна.

Действительно, посеянные дрожжи поглощают кислород, содержащийся в растворенном воздухе, и тем самым задерживают появление и развитие спонтанно возникающих мелких дрожжей.

Но что удивительно, так это очень слабое развитие посеянных дрожжей. Наоборот, если мы посеем виноградные дрожжи в виноградный сок, они начнут в нем развиваться с большой легкостью и очень быстро вызовут брожение. Не позволяют ли приведенные наблюдения предположить существование, может быть, даже специфических различий между спиртовыми дрожжами винограда и пива?

Пивные дрожжи развиваются несколько лучше в виноградном соке после того, как эта сахаристая жидкость была предварительно разведена водою. По-видимому, степень кислотности и плотность сока играют при этом известную роль благодаря явлению эндосмоса.

Следующие данные также указывают на возможные различия между пивными и виноградными дрожжами второго типа, изображенными на рис. 13, 14, 15. Я профильтровал после кипячения неохмеленное ячменное сусло, взятое с пивоваренного завода. На следующий день в две разные порции прозрачной жидкости я посеял, с одной стороны, несколько шариков или члеников виноградных дрожжей и, с другой — шарики свежих пивных дрожжей. Через 24 часа я отметил интенсивное развитие виноградных дрожжей и начало брожения.

На рис. 18 изображены дрожжи, взятые из осадка, образовавшегося в этом сосуде. Дрожжи состоят из удлиненных разветвленных элементов, как это часто наблюдается, когда дрожжи размножаются в сахаристых жидкостях, предварительно аэрированных.

Они развивались, по крайней мере, так же хорошо, как и при их посеве в виноградный сок. Пивные дрожжи также хорошо развились в другом сосуде, сохраняя при этом свой обычный вид; однако при посеве в ячменное сусло они размножались менее быстро, чем виноградные дрожжи. Осадок в этом сосуде был значительно меньше, а брожение сусла еще не началось.

Таким образом, мы видим, что виноградные дрожжи, посеянные в ячменное сусло, иначе говоря, в жидкость, очень подходящую для развития пивных дрожжей, размножились очень быстро, даже быстрее, чем пивные дрожжи, и не изменили при этом свой внешний вид и свои обычные свойства.

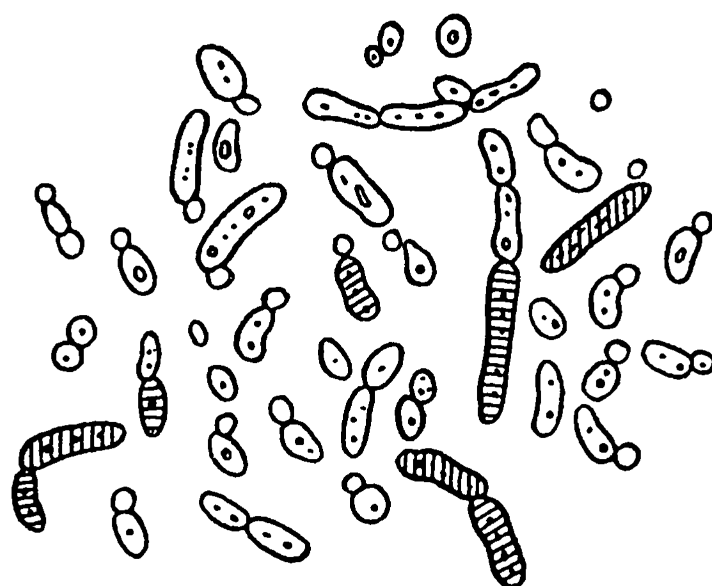


Рис. 18

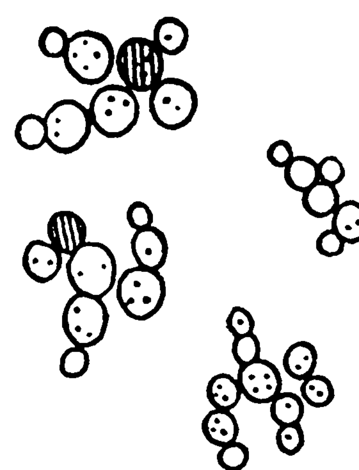


Рис. 19

На рис. 19 изображены пивные дрожжи из второго сосуда. Мы ясно отличаем вновь образовавшиеся шарики от посеянных шариков, более темноокрашенных, содержащих большее количество гранул и имеющих меньше почек.

К ВОПРОСУ О *MYCODERMA VINI* ИЛИ *CEREVISIAE*

Заканчивая, я приведу наблюдение, подтверждающее новые взгляды, изложенные мною на заседании Академии наук от 17 июня 1861 г. * Существует цвель вина — *mycoderma vini* или *cerevisiae* — одноклеточное растение, своей формой и способом распространения очень напоминающее пивные и еще более виноградные дрожжи. Микодерма нуждается для своей жизнедеятельности в кислороде и выделяет углекислоту. По мере размножения она вызывает окисление, часто очень интенсивное, перенося кислород воздуха на вещества, растворенные в жидкости, на поверхности которой она развивается **.

Я добавил некоторое количество этих дрожжей, несколько члеников которых изображены на рис. 20, к раствору сахара, находящемуся

вне контакта с воздухом. Клетки микодермы изменяют в этих условиях свой образ жизни и свои свойства. Находясь на поверхности жидкости, они поглощают кислород воздуха и превращают его в

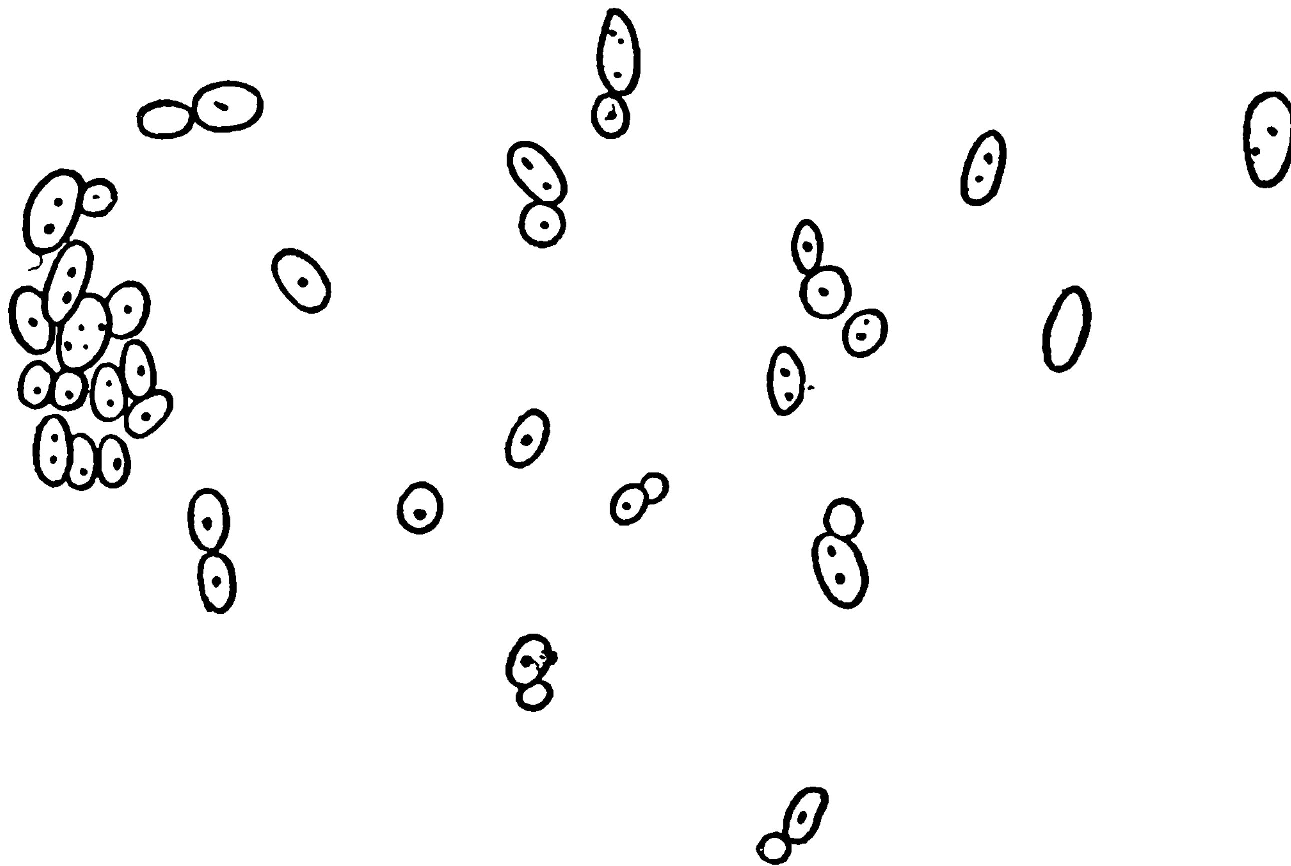


Рис. 20

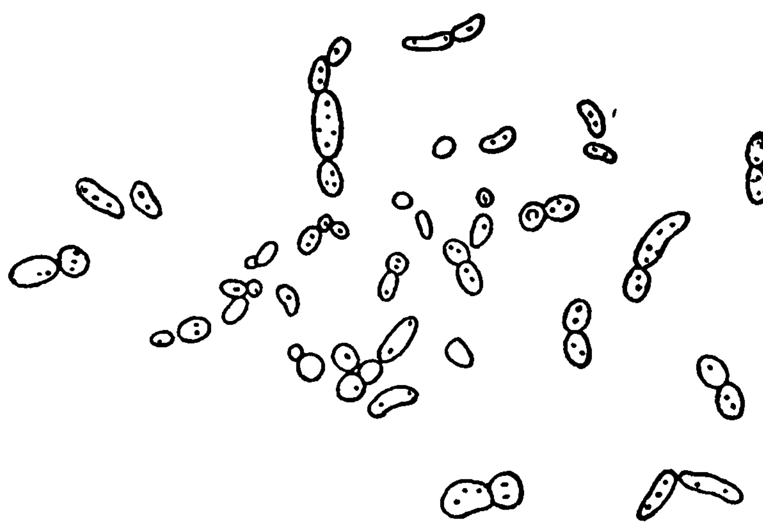


Рис. 21

углекислоту; теперь они будут жить за счет сахара без свободного газообразного кислорода и, удивительно, они становятся ферментом, дрожжами спиртового брожения по отношению к этому сахару. Полученные таким образом дрожжи очень похожи на виноградные дрожжи, отдельные членики которых имеют удлиненную форму. На рис. 21 изображены дрожжи, образовавшиеся в результате превращения члеников *mycoderma vini*. К тому же, как мы видим, на этом рисунке в этих новых для микодермы условиях (когда она, без сом-

нения, живет за счет кислорода сахара, что ее превращает в фермент по отношению к этому сахару), величина и структура клеток меняются, как меняются образ существования и физиологические свойства микодермы; по внешнему виду она очень резко отличается от более тонких элементов *mycoderma vini*. Она отличается также и от пивных дрожжей большей длительностью брожения и, как мне кажется, различиями в соотношении конечных продуктов брожения. Это очень интересный факт, к которому я еще вернусь и который необходимо внимательно проверить для того, чтобы мы могли заключить с уверенностью, идентичны или нет различные дрожжи спиртового брожения *.

НОВЫЙ ПРИМЕР БРОЖЕНИЯ, ВЫЗЫВАЕМОГО ИНФУЗОРИЯМИ, МОГУЩИМИ ЖИТЬ БЕЗ СВОБОДНОГО КИСЛОРОДА И БЕЗ КАКОГО-ЛИБО КОНТАКТА С АТМОСФЕРНЫМ ВОЗДУХОМ

Члены Академии, может быть, помнят, что приблизительно 18 месяцев тому назад я имел честь сделать сообщение о существовании инфузорий, с одной стороны, обладающих способностью развиваться без свободного кислорода, а с другой — быть ферментами *. Это первый пример ферментов-животных **, могущих жить и беспрерывно размножаться без какого-либо контакта с атмосферным воздухом, находящимся в газообразном состоянии или растворенном в жидкой среде.

Инфузории, о которых я говорю, являются ферментами маслянокислого брожения, которое объяснялось до сих пор следующим образом: предполагали, что всякий раз, когда сахар или молочная кислота под влиянием пластических азотистых соединений претерпевает превращение, характерное для маслянокислого брожения, эти азотистые соединения более или менее измененные в результате соприкосновения с воздухом, сообщают сахару или молочной кислоте специфические нарушения внутренней молекулярной структуры, в результате чего и происходит брожение.

Я считаю, что мне удалось доказать, что эта теория, предложенная для объяснения причины всех истинных брожений, ошибочна. Любое белковое вещество никогда не может превратиться в фермент. Истинным ферментом, например, маслянокислого брожения являются живые организмы из рода вибрионов, зародыши которых попадают из воздуха вместе с пылью, обычно оседающей на сбраживаемые материалы.

Сегодня я хочу привести новый пример брожения и сообщить о брожении виннокислого кальция, вызванного также инфузориями, живущими без свободного кислорода и принадлежащими к роду вибрионов, но очень отличающимися, по крайней мере по внешнему виду, от инфузорий маслянокислого брожения.

Для того чтобы не задерживаться, я немедленно перейду к решающему опыту. Я положил в воду виннокислый кальций, смешанный с небольшим количеством фосфорнокислой соли аммония, и с фосфатами щелочных и щелочноземельных металлов, полученных либо химически, либо из золы пивных дрожжей или золы инфузорий [1].

Аппарат состоит из плоскодонной колбы, к оттянутому горлу которой припаяна изогнутая стеклянная трубка. Колбу, в которую была положена виннокислая соль, наполнили затем чистой водой; после этого содержимое колбы прокипятили на бане из хлористого кальция; в это время конец изогнутой трубки находился в сосуде, содержащем кипящую дистиллированную воду. Таким образом удается удалить весь растворенный воздух. Я покрыл толстым слоем масла поверхность воды в сосуде, в который была введена изогнутая трубка, и оставил аппарат охлаждаться в течение 24 часов. В этих условиях никаких следов брожения виннокислой соли не наблюдалось. Но если мы быстро внесем в колбу очень незначительное количество инфузорий, взятых из спонтанно бродящей жидкости, содержащей виннокислый кальций, немедленно заменяя при этом небольшое количество воды, вытесненное посевным материалом из изогнутой трубки водою, из которой воздух был удален кипячением, то произойдет следующее: посеянные инфузории постепенно размножатся в осадке виннокислой соли, последняя со временем полностью исчезнет и в конце концов от нее не останется даже следов. В течение этого времени содержимое сосуда никогда не будет соприкасаться с

[1] Я предпочитаю пользоваться золой, образующейся при сжигании организмов, аналогичных тем, которые должны образовываться, для того чтобы быть уверенным, что мы внесли все необходимые известные или не известные нам соединения. Может быть, полезно добавлять также следы сернокислого кальция или аммония.

воздухом, если мы для предосторожности погрузим изогнутую трубку немедленно после засева в ртуть [2].

Вместо осадка виннокислой соли образуется осадок, состоящий исключительно из трупов вибрионов. Диаметр вибрионов равен приблизительно одной тысячной миллиметра, но длина их очень различна и в некоторых случаях достигает одной двадцатой миллиметра. Как все вибрионы, они размножаются делением. В течение всего периода брожения даже в самой маленькой частице осадка можно обнаружить в громадных количествах более или менее быстро передвигающиеся и изогнутые вибрионы.

Следовательно, брожение виннокислого кальция, каков бы ни был его действительный механизм, обусловливается наличием инфузорий, обладающих способностью жить без свободного кислорода, без всякого контакта с атмосферным воздухом.

Без сомнения мне возразят, что в момент засева я не мог предохранить жидкость от проникновения воздуха. Но я смогу доказать, что все более и более тщательные меры предосторожности, к которым я считал необходимым до настоящего времени прибегать для того, чтобы избежать соприкосновения с кислородом или воздухом, пример чего я только что привел, совершенно бесполезны и чрезмерны. Нижеприведенные наблюдения явятся также ответом на вопрос, каким образом зародыши инфузорий, которые не только живут без воздуха, но даже погибают при его наличии, так как в этом отношении вибрионы виннокислого брожения обладают такими же свойствами, какими обладают и инфузории маслянокислого брожения, могут образовываться в жидкостях, которые во всех случаях обычных спонтанных брожений все же находятся в контакте с воздухом.

Возьмем нашу колбу, наполненную водой с осевшим на дне виннокислым кальцием и добавленными к нему фосфатами. Трубка, припаянная к горлу колбы, наполнена водой и погружена в ртуть. Вода в трубке — это обычная дистиллированная вода, содержащая растворенный воздух. Я предполагаю, что на этот раз воду предва-

---

[2] Я вернусь еще к продуктам брожения виннокислого и молочнокислого кальция, к химическому составу инфузорий и к своего рода фибрину, который им всегда сопутствует, так же, как и некоторые красящие вещества.

рительно кипятили. Опыт показывает, что и в этом случае, когда среда, содержащая воздух, не была засеяна, виннокислый кальций все же начинал спонтанно бродить и через несколько дней был смешан с громадным количеством инфузорий, живущих без свободного кислорода.

Каким же образом это могло произойти? Объясняется это очень просто и легко. Вот что наблюдается в действительности. Наиболее мелкие инфузории *monas, bacterium termo* и другие начинают размножаться в дистиллированной, содержащей воздух, воде потому, что к ней были добавлены следы аммиака, а также фосфорнокислого и виннокислого кальция. Эти мельчайшие организмы полностью поглощают весь кислород, растворенный в жидкости, заменяя его несколько большим объемом углекислого газа. При температуре от 25 до 35° для этого требуется не более 24 или 36 часов. Лишь после этого появляются инфузории-ферменты, которые не нуждаются для своего развития в кислороде. Следовательно, вопрос, каким образом могут образовываться организмы, живущие без кислорода и которые даже погибают под его воздействием, находит вполне естественное разрешение. Они образуются после появления организмов, которые поглощают относительно большое количество кислорода в очень короткое время и полностью убирают из среды этот газ. Я скоро вернусь к вопросу, представляющему очень большой интерес, о последовательности появления организмов, поглощающих кислород, и организмов, которые его не поглощают, по крайней мере, когда он находится в *свободном, несвязанном состоянии.*

Вышеприведенные данные позволяют понять, почему спонтанное брожение виннокислого кальция с такой легкостью возникает всякий раз, когда не принимается специальных предосторожностей для удаления зародышей, находящихся в воздухе или в пыли воздуха, оседающей на всех предметах. Они позволяют также понять, почему возникают брожения виннокислого кальция в средах, выставленных на воздух, при условии, чтобы слой жидкости был достаточно велик. В этих случаях мы установили, что в поверхностных слоях жидкости размножаются инфузории, поглощающие кислород, тогда как в нижних слоях ее и в осадке развиваются инфузории, не нуждающиеся

в этом газе и от вредного воздействия которого их предохраняют инфузории, живущие на поверхности.

Отсюда вытекает вывод, что нет никакой необходимости прибегать к искусственным мероприятиям для удаления кислорода из жидкости. Все меры предосторожности, которые я применял для этого, оказались совершенно излишними. Во всех случаях кислород исчезает естественным путем до начала спонтанного брожения.

Методика постановки опытов, о которой я сообщил, и состав продуктов, которые используются, заслуживают специального упоминания, если мы будем исходить из предположения, что они могут явиться первопричиной брожения. Как я уже указывал, старые теории утверждали, что для любого брожения необходимо участие белковых веществ, которые тем более необходимы, что их рассматривают как ферменты. Лично я считаю, что их использование полезно, но не обязательно, и утверждаю, что они приносят с собой лишь некоторые питательные вещества, необходимые ферменту, живому организму, зародыши которого, конечно, не могут ни развиваться, ни размножаться, не имея в своем распоряжении азота и фосфатов. Как раз эти два источника питательных веществ ферменты и находят в белковых соединениях. В достоверности этой теории мы убедились еще раз, доказав, что пластические азотистые соединения могут быть полностью удалены и заменены аммонийной солью, смешанной с фосфатами щелочных и щелочноземельных металлов.

Кроме того, состав питательной среды, о которой мы только что говорили, содержащей виннокислую соль, показывает, что в этом случае единственным возможным источником углерода для ферментов может служить винная кислота, являющаяся сбраживаемым продуктом. Отсюда вытекает следующий вывод: инфузории в первую очередь берут из сбраживаемого вещества весь необходимый им углерод.

Если оставить в стороне различные предвзятые идеи о причинах брожения, никакого сомнения не вызывает тот факт, что в условиях, о которых мы говорили, питание ферментов осуществляется за счет сбраживаемого вещества, и что, пока инфузории остаются живыми, постоянно продолжается усвоение сбраживаемого вещества организмом, вызывающим брожение. Гипотеза, что брожение является

чисто каталитическим или контактным явлением, приемлема не более чем предположение, против которого я только что возражал и согласно которому свойство фермента присуще исключительно мертвому белковому веществу.

Несомненно, что питание фермента за счет сбраживаемого вещества не объясняет, почему вибрион является ферментом. Мы знаем, что обычный способ воздействия растений и животных на органические соединения, которыми они питаются, не связан с явлениями сбраживания этих соединений в точном смысле этого слова. Но при сравнении организмов, которые были известны ранее, с новыми организмами, о которых я говорю, необходимо учитывать, что эти инфузории-ферменты отличаются физиологической особенностью, не известной до сих пор, а именно способностью жить и размножаться в отсутствие свободного кислорода.

Таким образом, мы приходим к неизбежному выводу о связи между явлениями питания, которые сопровождаются брожениями, и явлениями питания без поглощения свободного кислорода. В этом несомненно заключается секрет всех истинных брожений, а может быть, и многих других нормальных и ненормальных явлений, протекающих в живом организме. Если после всего вышесказанного останется некоторое сомнение, то я надеюсь, что оно исчезнет при рассмотрении результатов, которые я считаю своим долгом доложить Академии в ближайшее время.

Уже в настоящее время можно утверждать, что у низших организмов наблюдаются два различных образа жизни: в первом случае им необходимо наличие свободного кислорода, во втором их жизнедеятельность протекает вне контакта с этим газом, и эти микроорганизмы обладают свойствами ферментов.

Мне кажется, что количество живых существ, которые могут жить без воздуха и вызывать явления брожения, очень значительно как среди растений — организмов, не обладающих самостоятельным движением, так и среди животных — организмов, способных к самостоятельному передвижению.

Действительно, в одном из моих ближайших сообщений я надеюсь доказать, что инфузории, живущие без свободного кислорода,

являются ферментами гниения, когда этот процесс протекает без контакта с воздухом, и что они также являются ферментами гниения продуктов, выставленных на воздух, но в этом случае они находятся в ассоциации с инфузориями или плесенями, поглощающими свободный кислород и играющими двойную роль: вызывать окисление органической материи и предохранять инфузории-ферменты от непосредственного воздействия кислорода воздуха [3].

Результаты, которые я доложил, касаются исключительно лишь обычного виннокислого кальция — правовращающей виннокислой соли. Я буду иметь честь представить впоследствии Академии результаты изучения брожения трех других виннокислых солей кальция — левой, оптически неактивной и паравинной соли *. Это даст мне возможность вернуться к моим прежним кристаллографическим исследованиям, которые, как я знаю, остались еще не понятными некоторым исследователям. Это весьма печально, так как точность результатов этих исследований ничуть не пострадала от времени, как не пострадали и выводы моих работ, касающиеся общебиологического значения этих явлений, что подтверждается также и академическими докладами г. г. Био и Сенармона.

---

[3] Низшие организмы, живущие без воздействия свободного кислорода, может быть, обладают способностью переходить к образу жизни других организмов и наоборот. Я буду продолжать изучение этого трудного вопроса. До сих пор он был изучен лишь для одного особого вида организмов.

РАССМОТРЕНИЕ РОЛИ, ПРИПИСЫВАЕМОЙ АТМОСФЕРНОМУ КИСЛОРОДУ В РАЗРУШЕНИИ ЖИВОТНОЙ И РАСТИТЕЛЬНОЙ МАТЕРИИ ПОСЛЕ СМЕРТИ

Повседневные наблюдения показывают, что растительные и животные остатки, выставленные после смерти на воздух или зарытые в землю, всегда исчезают в результате различных превращений.

Брожение, гниение и медленное окисление — вот три естественных процесса, обусловливающие этот великий акт разрушения организованной материи, который является необходимым условием для поддержания жизни на поверхности нашей планеты.

В своих работах последних лет, и в особенности в своем недавнем сообщении *, я с точностью указал, что является, по моему мнению, истинной причиной брожения; я докладывал также основные результаты исследований, посвященных истинным гниениям, которыми я продолжаю заниматься.

Жизнедеятельность мельчайших организмов, протекающая неизвестным до сих пор образом, иначе говоря, без поглощения воздуха или свободного кислорода, всегда является, по моему мнению, одним из основных условий этих явлений.

Следовательно, брожение или гниение мертвой материи не представляется исключительно чисто физическим или химическим процессом. Необходимо изгнать из науки предвзятые идеи, согласно которым целый класс органических соединений — пластически-азотистые вещества — может приобретать под гипотетическим влиянием непосредственного окисления таинственную силу, характеризующуюся внутримолекулярным движением, которое может передаваться так называемым малоустойчивым органическим веществам **.

Сегодня я попытаюсь доказать экспериментальным путем, что медленное окисление, происходящее в мертвой органической

материи, находящейся в контакте с воздухом, в большинстве случаев также тесно связано с наличием наиболее низко организованных существ. Мы приходим, таким образом, к следующему общему выводу: все стадии работы смерти обусловлены явлениями жизни, и три процесса, о которых я только что говорил, обеспечивающие беспрерывное возвращение атмосферному воздуху и минеральному царству соединений, которые растения и животные взяли из них, являются процессами, связанными с развитием и размножением живых существ.

Если я приведу несколько опытов и результаты некоторых анализов, то этого будет достаточно для того, чтобы Академии были понятны факты и выводы, о которых я хочу ей доложить.

25 мая 1860 г. я отбил, без всяких предосторожностей, в саду оттянутый и запаянный конец колбы объемом в 250 см^3. В колбе не было воздуха, но содержалось 80 см^3 предварительно прокипяченной дрожжевой воды с сахаром. Немедленно после того, как воздух проник в колбу, я запаял ее оттянутый конец в пламени горелки. Если вспомнить об экспериментальных методах, применявшихся в моей работе по так называемому самозарождению *, то можно убедиться, что этот способ является одним из тех, которые я применил для доказательства, что в атмосфере не содержится бесконечного количества зародышей. Так, мы очень часто наблюдали, что впоследствии в жидкости не образуется ни инфузорий, ни плесени и что она сохраняет свою первоначальную прозрачность, несмотря на то, что в момент открытия колбы в нее проник обычный воздух. Это как раз и произошло с колбой, о которой я говорю. Жидкость в колбе осталась неизмененной до 5 февраля 1863 г.— дня, когда я произвел анализ содержащегося в ней воздуха. Вот его состав:

Кислород	18,1
Углекислота	1,4
Азот (вычислением).	80,5
	100,0

Мы видим, следовательно, что за 3 года в вытяжке из пивных дрожжей с сахаром, находящейся в контакте с обычным воздухом,

белковые соединения абсорбировали 2,7% кислорода, который они частично вернули в виде углекислоты, при этом в жидкости не развилось ни микроскопических животных, ни плесени. Следовательно, непосредственное окисление, медленное сгорание этих органических соединений происходит очень слабо, даже несмотря на то, что из 3 лет в течение 18 месяцев колба находилась в термостате с температурой от 25 до 35 °.

22 марта 1860 г. я наполнил воздухом, в котором благодаря воздействию высокой температуры все зародыши были убиты, колбу объемом 250 см^3, содержащую от 60 до 80 см^3 прокипяченной мочи по методике, указанной в третьей главе моей работы о так называемом самозарождении *. Жидкость оставалась совершенно прозрачной в январе 1863 г. Она приобрела очень светлую красно-коричневую окраску. Кристаллический, похожий на песок, осадок мочевой кислоты осел в очень незначительном количестве на стенках колбы. Кроме того, в жидкости содержались скопления игольчатых кристаллов, которые, как я установил, являлись кристаллами фосфорнокислого кальция. Моча еще оставалась кислой, но кислотность ее несколько уменьшилась. Ее запах в точности напоминал запах свежей кипяченой мочи. Воздух колбы содержал:

Кислород	11,4
Углекислоту	11,5
Азот (вычислением)	77,1
	100,0

Таким образом, приблизительно через три года в воздухе еще содержалось от 11 до 12% кислорода. Кроме того, весь поглощенный кислород можно было обнаружить в образовавшейся углекислоте, однако для этого необходимо было учитывать разницу, обусловленную различиями коэффициентов растворимости этих двух газов в экспериментальной жидкости.

Как бы то ни было, мы видим, насколько медленно и трудно протекает непосредственное окисление соединений, содержащихся в моче, под воздействием атмосферного воздуха, когда последний не может вызвать развитие низших организмов.

17 июня 1860 г. я наполнил пропущенным через раскаленную трубку воздухом колбу объемом в 251 см^3, содержащую 60 см^3 молока, которое предварительно прокипятили в течение двух или трех минут при 108°. 8 февраля 1863 г. я исследовал молоко, содержащееся в колбе, и сделал анализ воздуха, находившегося в контакте с ним. По лакмусовой бумажке молоко было почти нейтральным с бесспорной тенденцией к подщелочению. Оно имело вид обычного молока с легким привкусом сала. В результате длительного хранения жирные вещества при перемешивании образовывали комки. Для того чтобы молоко в колбе приобрело вид свежего молока, его необходимо было перемешивать в течение некоторого времени, к тому же молоко в колбе отнюдь не свернулось. Воздух колбы содержал:

Кислород	3,1
Углекислоту	2,8
Азот (вычислением)	94,1
	100,0

Этот анализ показывает нам, что жир молока абсорбировал значительное количество кислорода, так же, как и в опытах Соссюра с растительными маслами *. Но несмотря на это непосредственное окисление жира, который, как это принято считать, окисляется очень легко, мы видим, что приблизительно через три года в воздухе колбы еще осталось довольно много кислорода.

Наоборот, если мы повторим все предыдущие опыты в тех же самых условиях, но позволяя развиваться зародышам низших организмов растительного или животного происхождения, то мы убедимся, что весь кислород воздуха, содержащийся в колбах, будет адсорбирован уже через несколько дней с одновременным выделением различных количеств углекислого газа.

Я приведу еще два сравнительных опыта, заслуживающих большого внимания. 26 февраля этого года я наполнил воздухом, в котором зародыши были убиты нагреванием, колбу объемом в 250 см^3, содержащую 10 г дубовых опилок, которые были смочены несколькими кубическими сантиметрами воды и нагреты до температуры кипения. Через месяц, 27 марта, воздух колбы содержал:

Кислород	16,2
Углекислый газ	2,3
Азот (вычислением)	81,5
	100,0

Следовательно, за месяц (при постоянной температуре в 30 °) дубовые опилки, находясь в контакте с воздухом, абсорбировали лишь несколько кубических сантиметров кислорода.

Наоборот, поместив 21 февраля 1863 г. 20 г сырых дубовых опилок в большую колбу емкостью 4 л, без всяких попыток удаления зародышей, находящихся в воздухе или в опилках, и взяв через 14 дней воздух из колбы для анализа, я установил, что в нем содержалось уже 7,2% углекислого газа и было использовано приблизительно 300 см^3 кислорода. Быстрое окисление деревянных опилок, находящихся в контакте с обычным воздухом, было уже давно установлено де Соссюром в его хорошо известных опытах по образованию перегноя *.

Чем объясняется значительная разница в результатах двух опытов, о которых я только что сообщил? На первый взгляд, у нас как будто бы не имеется никаких указаний для решения этого вопроса. Но если мы будем рассматривать в лупу или под микроскопом поверхность деревянных опилок, когда не было сделано никаких попыток удалить зародыши плесени, иначе говоря, в опытах, сделанных по способу де Соссюра, то мы убедимся, что опилки покрыты легким едва заметным пушком спорангиев и мицелия различных плесеней.

Подводя итоги изучению медленного окисления мертвой органической материи под влиянием лишь кислорода атмосферного воздуха, можно сказать, что это окисление бесспорно и что интенсивность и характер его различны в зависимости от природы органических веществ аналогично тому, как существуют металлы, не окисляющиеся на воздухе, например золото и платина, металлы, окисляющиеся медленно, например медь и свинец, наконец, металлы, окисляющиеся очень легко, как, например, калий и натрий.

Но что необходимо отметить и что как раз и является важнейшим вопросом, к которому я и хочу сегодня привлечь внимание

Академии, так это то, что медленное окисление органической материи после смерти, когда воздух лишен зародышей низших организмов, хотя действительно и происходит, но чрезвычайно медленно и слабо. Если же органическая материя покрывается плесенью, бактериями, монадами, то окисление ускоряется, оно становится очень значительным, и его интенсивность никак нельзя сравнить с интенсивностью окисления в первом случае. Эти мельчайшие организмы вызывают окисление; энергия окисления может быть весьма различной, в зависимости от особенностей микроорганизмов, в некоторых случаях она действительно необычайно велика. Убедительным примером этого является окисление микодермами спирта, уксусной кислоты, сахара, о чем я докладывал в прошлом году Академии *.

Органические вещества живых организмов были бы в известной степени неразрушаемы, если бы мы уничтожили группу наиболее мелких и, на первый взгляд, наиболее бесполезных организмов, созданных богом. Жизнь прекратилась бы, потому что в результате этого в атмосферу и в почву не возвращалось бы все то, что перестало жить.

Однако если бы я ограничился лишь предыдущими опытами, то мне можно было бы сделать очень серьезное возражение. В опытах, о которых я только что доложил Академии, я постоянно имел дело не просто с мертвой органической материей, но с материей, которая, кроме того, была предварительно прогрета при температуре кипения. Несомненно, что органическая материя претерпевает глубокие изменения при температуре 100°. Следовательно, необходимо изучать, если это только возможно, медленное окисление предварительно не прогретой натуральной органической материи, одним словом, такой, какой создает ее жизнь.

С помощью довольно простого экспериментального метода, но описание которого заняло бы слишком много времени [1], мне удалось сохранять в контакте с воздухом, лишенном зародышей, свежими такие чрезвычайно быстро портящиеся жидкости, как кровь и мочу.

[1] Для того чтобы вы могли быть уверены в правильности экспериментальных условий, я скажу лишь, что г-н Клод Бернар был настолько любезен, что сам произвел взятие крови.

Я имею честь передать Академии колбы, содержащие чистый воздух и венозную кровь (или артериальную), взятую у здоровой собаки 3 марта этого года. Эти колбы с 3 марта хранились в термостате, постоянно нагретом до 30°. Никаких следов гниения в крови не обнаруживается. Запах ее не отличается от запаха свежей крови.

Но что я теперь хочу особенно подчеркнуть, так это очень небольшую активность медленного, непосредственного окисления составных частей крови. Если мы будем анализировать воздух в колбах после хранения их в термостате от одного месяца до шести недель, то мы убедимся в том, что было поглощено лишь от двух до трех процентов кислорода и он был заменен таким же объемом углекислоты.

Я также передал Академии колбы, приготовленные таким же образом, но содержащие свежую натуральную мочу в таком виде, в каком она находится в мочевом пузыре. Она не изменилась. Ее окраска стала немножко интенсивнее, а на дно осело несколько чечевицеобразных кристаллов, по всей вероятности, кристаллов мочевой кислоты. Составные часты мочи также окисляются очень слабо. Через сорок дней я нашел в одной из колб:

Кислорода	19,2
Углекислого газа	0,8
Азота	80,0

Выводы, к которым я пришел на основании первой серии моих опытов, могут, следовательно, распространяться на все органические вещества вне зависимости от их природы.

Заканчивая, я не могу умолчать о весьма любопытных результатах, касающихся *кристаллов крови*, по поводу которых за последние годы опубликовано немало работ, в особенности в Германии. В условиях, о которых я только что говорил, когда в крови, находящейся в контакте с чистым воздухом, не наблюдается даже следов гниения, *кристаллы крови* образуются с удивительной легкостью. Начиная с первых дней хранения в термостате, более медленно при обычной температуре, сыворотка по-немногу окрашивается в темно-коричневый цвет. По мере развития этого явления шарики крови исчезают, а в сыворотке и в сгустке крови появляется множество очень четких

игольчатых кристаллов, окрашенных в коричневый или красный цвет. Через несколько недель ни в сыворотке, ни в сгустке не остается ни одного красного кровяного шарика. В каждой капле сыворотки содержатся тысячи подобных кристаллов, а в малейшем кусочке фибрина, раздавленном покровным стеклом, мы обнаруживаем бесцветный, очень эластичный, фибрин, смешанный с бесчисленным количеством кристаллов, но мы никогда не найдем ни малейших следов шариков крови.

Без сомнения было бы излишне подчеркивать, что опыты с кровью и мочой, о которых я доложил Академии, наносят окончательный удар как теории самозарождения, так и современной теории ферментов.

ИССЛЕДОВАНИЯ О ГНИЕНИИ

Всякий раз, когда животное или растительное вещество портится самопроизвольно, образуя зловонные газы, говорят, что идет процесс гниения. Мы убедимся в этой работе, что такое определение страдает двумя противоположными недостатками. Оно носит слишком общий характер, ибо сближает существенно различные явления, и оно слишком узко, так как разделяет другие явления, имеющие одинаковую природу и одинаковое происхождение.

Интерес и польза, которые представило бы точное изучение процесса гниения, никогда не оставались недооцененными. С давних пор надеялись, что такое изучение даст практические указания для познания болезней, особенно тех, которые старыми врачами назывались *гнилостными заболеваниями*. В середине прошлого века такой мыслью руководствовался знаменитый английский врач Прингл *, когда он, чтобы пролить свет на наблюдения, сделанные им над заболеваниями в армиях, занялся опытами над септическими и антисептическими веществами. К сожалению, отвращение к такого рода работам, вместе с их очевидной сложностью и запутанностью, останавливало до сих пор большинство исследователей, и здесь приходится начинать почти еще с самого начала.

Мои изыскания о брожении, естественно, привели меня к этим исследованиям, и я решил заняться ими, не обращая слишком большого внимания на опасность или отвращение, которое они вызывают.

Если бы для проведения этих работ я нуждался в ободрении, я бы припомнил слова Лавуазье, сказанные им в Академии при подобных же обстоятельствах: «Мысль об общественной пользе и интересах

человечества облагораживает самую отталкивающую работу и заставляет просвещенных людей обращать внимание только на рвение, которое потребовалось, чтобы преодолеть отвращение и препятствия».

Выводы, которые я имею честь представить сегодня Академии, относятся исключительно к причине этих явлений. Прежде всего следовало осветить этот вопрос, и, мне кажется, я этого достиг. Однако это такой обширный предмет, что, я думаю, мне придется в дальнейшем много прибавить к моим первым наблюдениям. Я прошу поэтому всяческого снисхождения у Академии.

Самый общий вывод из моих опытов очень прост. Он заключается в том, что гниение вызывается организованными ферментами из рода вибрионов.

Эренберг описал шесть видов вибрионов, которым он дал следующие названия:

1) *Vibrio lineola*	4) *Vibrio rugula*
2) » *tremulans*	5) » *prolifer*
3) » *subtilis*	6) » *bacillus* *.

Эти шесть видов, опознанные частично еще первыми микрографами последних веков, наблюдались потом всеми, кто занимался инфузориями. Что касается меня, то я оставлю в стороне вопрос о тождестве или различии этих видов и об изменчивости их форм в зависимости от изменений условий окружающей их среды. Я принимаю их временно такими, какими они описаны. Во всяком случае я прихожу к выводу, что эти шесть видов вибрионов являются животными ферментами и что они являются ферментами гниения. Кроме того, я нашел, что все эти вибрионы могут жить без свободного кислорода и что они погибают при соприкосновении с ним, если ничто не предохраняет их от прямого воздействия этого газа.

Факт, о котором я впервые докладывал Академии два года назад и второй пример которого я приводил совсем недавно, именно — факт существования маленьких животных-ферментов, типа вибрионов, способных жить без свободного кислорода, был, следовательно, только частным случаем, относящимся к виду брожения, быть может, наиболее распространенному в природе **.

Условия, при которых проявляется гниение, могут быть очень различны. Предположим сперва, что дело идет о жидкости, т. е. о способном к гниению веществе, все части которого подвергались соприкосновению с воздухом. Возможно одно из двух. Эта аэрированная жидкость будет либо заключена в сосуд без доступа воздуха, либо помещена в открытый сосуд с более или менее широким отверстием. Я прослежу последовательно, что произойдет в обоих случаях.

Общеизвестно, что гниение требует некоторого времени для своего проявления. Это время меняется в зависимости от температурных условий, нейтральности, кислотности или щелочности жидкости. При наиболее благоприятных условиях надо, самое меньшее, 24 часа для того, чтобы процесс стал выявляться внешними признаками. В течение этого первого периода в жидкости происходит внутреннее движение, результатом которого является полное освобождение от растворенного в жидкости кислорода воздуха и замена его углекислотой. Полное исчезновение кислорода при нейтральной или слабощелочной реакции среды зависит главным образом от развития самых маленьких инфузорий, а именно monas crepusculum и bacterium termo. При этом появляется очень легкая муть, потому что эти маленькие существа передвигаются по всем направлениям. Когда поглощение растворенного кислорода закончено, они погибают и падают, в конце концов, на дно сосуда, как это произошло бы с осадком. Если случайно жидкость не содержит способных развиваться зародышей ферментов, о которых я только что говорил, то она остается неопределенно долго в таком состоянии, не загнивая и не подвергаясь никакому брожению. Эти случаи редки, но мне все же пришлось встретить несколько таких примеров. Чаще же всего после исчезновения растворенного в жидкости кислорода начинают развиваться вибрионы-ферменты, не нуждающиеся в этом газе для своей жизнедеятельности, и тотчас же обнаруживается процесс гниения. Он постепенно все усиливается вслед за прогрессирующим ходом развития вибрионов. Что касается процесса гниения, то он становится настолько сильным, что микроскопирование одной только капли жидкости становится делом очень мучительным, пусть оно длится всего несколько минут. Но я спешу обратить внимание на то, что зловоние жидкости газов зависит

главным образом от количества серы, которое заключается в гниющем веществе. Запах чувствуется слабо, если вещество не содержит серы. Так бывает, например, в случае брожения белковых веществ, экстрагируемых водой из пивных дрожжей. Таков же случай маслянокислого брожения; ибо при сопоставлении результатов, которые я здесь излагаю, с моими прошлыми исследованиями, маслянокислое брожение оказывается по природе своего фермента явлением совершенно того же порядка, как и гниение в собственном смысле этого слова *. Вот почему установившийся взгляд на гниение представляется в некотором отношении слишком узким.

Из предшествующего следует, что соприкосновение с воздухом не является необходимым для развития процесса гниения. Даже наоборот, если бы кислород, растворенный в жидкости, способной загнивать, не был сперва изъят из нее действием особых организмов, гниение не имело бы места. Под действием кислорода те вибрионы, которые вначале попытались бы развиться, погибли бы.

Теперь я прослежу случай гниения при свободном доступе воздуха. На основании только что сказанного можно думать, что такой процесс гниения не может иметь места, так как кислород губит вибрионы, вызывающие гниение. Ничего подобного. Я покажу,— и это вполне согласуется с фактами,— что гниение при соприкосновении с воздухом — явление всегда более полное и законченное, чем без доступа воздуха.

Вернемся опять к нашей аэрированной жидкости, соприкасающейся на этот раз с воздухом, находящейся, например, в широком открытом сосуде. Явление, о котором я только что говорил, а именно поглощение растворенного кислорода, происходит здесь, как и в первом случае. Единственная разница заключается в том, что бактерии погибают после исчезновения кислорода только в толще жидкости; на поверхности же, наоборот, они продолжают развиваться бесконечно, так как находятся в соприкосновении с воздухом. Эти организмы образуют на поверхности жидкости тонкую пленку, которая постоянно утолщается и потом падает хлопьями на дно сосуда, снова образуется и снова падает, и так далее. Эта пленка, к которой присоединяются обычно различные мукоры и плесени, препятствует

растворению кислорода в жидкости и позволяет, следовательно, развиваться вибрионам-ферментам. В отношении последних сосуд как бы закрыт для доступа воздуха. Они могут размножаться даже и в пленке на поверхности, потому что они там защищены бактериями и мукорами от слишком прямого воздействия атмосферного воздуха [1].

Гниющая жидкость становится тогда ареной двух весьма различных родов химического действия, связанных с физиологическими функциями двух видов питающихся там организмов. С одной стороны, вибрионы, живущие в отсутствие кислорода воздуха, вызывают внутри жидкости явления брожения, т. е. они превращают азотистые вещества в более простые соединения, но все же еще сложные. С другой стороны, бактерии (или мукоры...) сжигают эти соединения и превращают их в самые простые двойные соединения — в воду, аммиак и углекислоту.

Остается отметить еще один весьма замечательный случай, когда гниющая жидкость налита тонким слоем при легком доступе к ней атмосферного воздуха. Я докажу экспериментально, что тогда брожение и гниение могут быть совершенно устранены, и превращения органического вещества будут связаны только с явлениями сгорания.

Таковы результаты гниения, происходящего при свободном соприкосновении с атмосферой. Наоборот, в случае гниения без доступа воздуха продукты разложения гниющего вещества не подвергаются дальнейшим изменениям. Как раз это я и хотел выразить, говоря о том, что гниение при доступе воздуха является процессом, если не всегда более быстрым, то, во всяком случае, более законченным, более глубоко разрушающим органическое вещество, чем гниение без

[1] Я, тем не менее, все время оставляю в стороне, как я сделал это раньше, вопрос о том, не превращаются ли в определенных условиях ферменты, именно вибрионы, из анаэробов, каковыми они являются, когда действуют как ферменты, в аэробы. Я, со всякого рода колебаниями предлагаю, эти новые слова — аэробы и анаэробы * — для обозначения существования двух групп низших организмов: одних неспособных жить без доступа свободного кислорода, и других, способных бесконечно развиваться без соприкосновения с этим газом. Новая группа — анаэробы — может быть названа зимической (ζῦμη — закваска, фермент), т. е. группой ферментов. Аэробы составили бы противоположную группу — азимическую.

доступа воздуха. Чтобы быть лучше понятым, я приведу несколько примеров. Подвергнем процессу гниения — я употребляю это слово в этих условиях намеренно как синоним брожения — подвергнем процессу гниения * молочнокислый кальций. Вибрионы-ферменты превратят соли молочной кислоты в различные продукты, в числе которых всегда будет находиться маслянокислый кальций. Это новое соединение, не разлагаемое вибрионом, вызвавшим его образование, останется в жидкости неопределенно долго без всякого изменения. Но повторим этот процесс при доступе воздуха. По мере того как вибрионы-ферменты действуют внутри жидкости, поверхностная пленка мало-помалу сжигает полностью маслянокислую соль. Если брожение идет очень активно, то процесс сжигания на поверхности останавливается, но только потому, что выделяющаяся углекислота мешает доступу атмосферного воздуха. Процесс этот возобновляется снова, как только брожение заканчивается или замедляется. То же происходит, когда заставляют бродить без доступа воздуха естественную сахаристую жидкость; тогда она насыщается совершенно не разрушающимся далее спиртом. Если же процесс ведут при доступе воздуха, спирт, окислившись, сжигается, превращаясь полностью в воду и углекислоту. Потом появляются вибрионы и вслед за ними идет гниение, если жидкость не содержит уже больше ничего, кроме воды и азотистых веществ. Наконец, вибрионы и продукты гниения, в свою очередь, сжигаются бактериями или мукорами. При этом последние выживающие организмы вызывают сжигание тех, которые им предшествовали. Таким образом заканчивается полный возврат в атмосферу и в минеральный мир организованной материи.

Проследим теперь гниение твердых веществ.

Я недавно доказал, что тело животного в обычных условиях защищено против проникновения зародышей низших организмов. Следовательно, гниение начнется сперва на поверхности, потом постепенно достигнет внутренних частей плотной массы.

Вся поверхность тела целого животного, оставлено ли оно после смерти в соприкосновении с воздухом или без доступа воздуха, покрыта носящейся в воздухе пылью, т. е. зародышами низших организмов. Его кишечный канал, особенно там, где образуются фекаль-

ные массы, наполнен не только зародышами, но даже уже совсем развитыми вибрионами, которые были замечены еще Левенгуком. Эти вибрионы имеют большие преимущества перед зародышами, находящимися на поверхности тела. Они являются уже взрослыми индивидуумами, лишены воздуха, омываются жидкостями, размножаются и в полной мере проявляют свою жизнедеятельность. От них-то и начнет гнить тело, которое до сих пор было защищено только жизнью и питанием органов.

Таков ход процесса гниения в различных случаях. Совокупность перечисленных фактов будет представлена в мемуарах, которые я опубликую вместе со всеми экспериментальными доказательствами. Однако эти факты могут быть плохо поняты или плохо истолкованы, если я не прибавлю несколько разъяснений, которые Академия мне, без сомнения, простит.

Чтобы быть конкретным, проследим за судьбой объемистой мышечной массы. Что будет, если помешать гниению на поверхности? Сохранит ли мясо свое состояние, строение и качество такими, какими они были в первые часы? На это нельзя рассчитывать. В самом деле, при обычных температурах невозможно избежать реакций между жидкими и твердыми веществами внутри этого мяса. Там всегда неизбежно приходится считаться с так называемым действием контакта и *действием диастаз* (если позволено так выразиться). В результате этих воздействий внутри кусочка мяса образуются маленькие количества новых веществ, прибавляющих ко вкусу мяса свой собственный привкус. Существует много способов для того, чтобы помешать гниению поверхностных слоев. Достаточно, например, завернуть мясо в тряпку, смоченную спиртом, а потом положить ее в закрытый сосуд (с воздухом или без него), чтобы спирт не улетучивался. Гниение не пойдет ни внутри, потому что там нет зародышей вибрионов, ни снаружи, потому что пары спирта мешают развитию поверхностных зародышей. Но я заметил, что мясо определенно «трогается», если оно было в небольшом количестве, и становится гангренозным, если количество его было значительным.

На мой взгляд — и это служит одним из примеров, когда обычное определение процесса гниения грешит слишком большой широтой,—

нет ничего общего ни по природе, ни по происхождению между гниением и гангреной *.

Не будучи гниением в собственном смысле этого слова, гангрена, как мне представляется, является таким состоянием органа (или части его), предохраненного, несмотря на смерть, от гниения, при котором твердые и жидкие вещества продолжают реагировать химически и физически, но иначе, чем при нормальном питании [2].

---

[2] Иными словами, смерть не подавляет реакций жидких и твердых веществ организма. Нечто вроде физической и химической жизни, если можно так выразиться, продолжает проявляться. Я осмелился бы сказать, что гангрена — явление того же порядка, как дозревание плода, отделенного от дерева, на котором он находился.

ИССЛЕДОВАНИЯ ОБ УКСУСЕ, ЕГО ПРОИЗВОДСТВЕ, ЕГО БОЛЕЗНЯХ, СРЕДСТВАХ БОРЬБЫ С НИМИ. НОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ПО СОХРАНЕНИЮ ВИНА ПУТЕМ НАГРЕВАНИЯ

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 1864 г. я опубликовал в «Annales scientifiques de l'École Normale supérieure» мемуар об уксуснокислом брожении, которому мы обязаны точным знанием основ производства уксуса из вина и спирта по способам, которые известны под названием *орлеанского* и *немецкого* *.

Меня много раз просили изложить мои исследования так, чтобы сделать их доступными для всех промышленников, занимающихся производством уксуса. Я недавно мог убедиться, что сожаления относительно слишком ограниченной доступности моей работы разделялись многими лицами, так как г-н мэр и г-н президент Торговой палаты г. Орлеана просили меня изложить публично результаты моих исследований фабрикантам этого города, где производство винного уксуса имеет вековую давность и пользуется заслуженной известностью. Я с готовностью поспешил принять это приглашение.

Обстоятельства, о которых я упомянул, побудили меня объединить в одной брошюре мой мемуар от 1864 г. и лекцию, которую я прочитал в Орлеане и в которой в общедоступной форме резюмировал наиболее существенные наблюдения, относящиеся к производству винного уксуса, и указал на усовершенствования и новые способы, которые могут быть применены в производстве.

Что касается способа сохранения уксуса, я возвращаюсь к принципам сохранения вин, которые изложены в моих «Исследования о вине» ** и применение которых в промышленности с каждым днем

приобретает все большее значение. Все больше и больше распространяются аппараты, дающие возможность вести работу в широком масштабе. В торговом мире прививается убеждение, что наиболее легко изменяющиеся вина приобретают, после предварительного прогревания, способность консервироваться, ранее неизвестную даже для лучших вин.

Вина, которые раньше приходилось потреблять на месте в течение первого года после их изготовления, могут перевозиться теперь без предварительного прибавления спирта в самые удаленные части земного шара в их естественном состоянии, причем все их гигиенические свойства сохраняются.

Вина, начинающие портиться и закисать, немедленно могут быть улучшены предварительным прогреванием и предохранены от возможности всякого последующего заболевания.

Опасались, что стоимость прогревания окажется слишком высокой для простых вин. Теперь имеются аппараты, которые требуют расхода не более 10 сантимов на гектолитр и которые могут прогревать до 10 гл в час.

Итак, я могу утверждать, что проблема, занимавшая наиболее ученых виноделов в древности и в наши дни, теперь разрешена как практически, так и теоретически.

МЕМУАР ОБ УКСУСНОМ БРОЖЕНИИ

ПЕРВАЯ ЧАСТЬ (ИСТОРИЧЕСКАЯ)

§ 1. Уксусная кислота образуется благодаря окислению спирта кислородом воздуха

Вино, пиво, сидр, вообще все содержащие спирт жидкости, получающиеся в результате брожения, закисают, особенно летом, при доступе воздуха. Этот факт известен с очень давних времен. Какова природа этого явления, рассматриваемого с чисто химической точки зрения? Долгое время наука не могла с точностью ответить на этот вопрос. Было известно, что именно спирт переходит в уксусную кислоту. Было также известно, что воздух может способствовать этому превращению, но далеко не было известно, как он вступает в реакцию. В «Словаре химика» Маке, второе издание которого вышло в 1778 г., замечательном труде, к несчастью еще всецело погруженном в мрак теории флогистона, мы находим следующую фразу: «Бехер, в своей «Physica subterranea» (lib. I, sect. 5, cap. 2), настаивал вино, чтобы превратить его в уксус, в герметически закупоренной бутылке. Правда, превращение вина в уксус шло дольше, чем в обычных условиях, *т. е. при содействии воздуха,* но уксус зато оказывался значительно более крепким» *. Таким образом, в 1778 г. один из самых искусных химиков допускал еще возможность превращения вина в очень крепкий уксус без доступа воздуха.

Аббат Розье произвел опыт, доказывающий поглощение воздуха при уксуснокислом брожении. Он просверлил дыру в клепке бочки, в которой закисало вино; приделал к ней пузырь, снабженный трубкой с пробкой и предварительно наполненный воздухом. Пузырь, по его словам, делался дряблым, и каждый раз, когда воздух из него

исчезал, вино становилось более кислым *. Но все же чтение статьи, где описывается этот опыт, показывает, что идеи аббата Розье были еще плохо обоснованы.

Лавуазье высказывается яснее. Дело идет уже не только о воздухе, а именно о кислороде. «Уксуснокислое брожение представляет собою не что иное, как окисление вина на открытом воздухе путем поглощения кислорода» **. Однако так как состав уксуса и спирта ему неизвестен и он его только предугадывает, то, истолковывая несколько дальше опыт Шапталя, он считает, как мы увидим, что в осуществлении этого явления, кроме спирта и кислорода, принимает участие еще некоторое количество угольной кислоты.

Таким образом, для самого Лавуазье и для других химиков, принимавших его идеи, не были еще разрешены все сомнения относительно существа этой химической реакции. В одном месте приложения к «Химической статике» Бертолле выражается следующим образом: «Согласно наблюдениям Розье, поглощенный во время уксуснокислого брожения кислород может, соединяясь с водородом, служить для разложения спиртовых соединений или же он непосредственно входит в состав уксусной кислоты. Но, судя по изменению вина, находящегося в соприкосновении с воздухом, он гораздо чаще производит первый эффект, нежели второй»***. Таким образом, Бертолле несколько усложнил это явление. Этот вопрос в то же время был еще более усложнен Т. де Соссюром в одной из глав его «Химических исследований растений», озаглавленной «Участие кислорода в образовании уксусной кислоты». Де Соссюр утверждал, что он наблюдал во время уксуснокислого брожения освобождение углекислоты, равной по объему поглощенному кислороду, и что поэтому кислотность вина зависит не от поглощения кислорода, а от извлечения углерода и его частичного выделения в виде угольной кислоты ****.

Есть еще одно обстоятельство, которого не следует упускать из виду и которое в ту эпоху и в последующие годы способствовало затемнению вопроса. Это — получение уксусной кислоты при явлениях брожения, но без применения спирта и без доступа воздуха. Например, в «Химической статике» вслед за отрывком, который мы только, что цитировали, Бертолле писал: «Между тем, образование

уксусной кислоты не всегда вызвано этими причинами. Она образуется во время спиртового брожения сахара и дрожжей (Лавуазье), даже без соприкосновения с воздухом. Правда, это может зависеть тогда от крахмала, который всегда содержится в дрожжах. Это вопрос, который требует разъяснения» *.

Затем, напомнив, что Пармантье, Дейе и Воклэн ** отметили высокое содержание уксусной кислоты в сточной воде крахмальных заводов, он высказывает предположение, что эта уксусная кислота не является продуктом окисления спирта. Он пытается проверить это предположение изучением брожения смеси клейковины и крахмала. Уксусная кислота, говорит он, образовалась очень скоро без признаков наличия спирта. Наконец, он высказывает следующее замечание: «Предыдущие наблюдения, кажется, доказывают, что превращение в уксус зависит главным образом от действия клейковины или близкого к ней вещества на крахмал или аналогичное ему вещество, хотя в небольших количествах он может образоваться также при спиртовом брожении или при действии кислорода на вино» ***.

Образование молочной кислоты, которая в ту эпоху была еще неизвестна и которую легко смешивали с уксусной, еще увеличило, как заметил г-н Дюма, трудность правильного понимания всех случаев истинного происхождения уксусной кислоты ****.

И только в 1821 и 1827 гг. рассеялись все сомнения, касающиеся интересующей нас реакции. В 1821 г. Эдмонд Дэви открыл платиновую чернь и ее замечательные свойства *****. Нагревая сернокислую платину со спиртом, он получил черный осадок, который после высушивания обнаружил странную способность. Смоченный спиртом, он раскалялся докрасна и продолжал калиться до тех пор, пока оставался еще спирт. Во время этого сгорания спирт превращался в уксусную кислоту.

«Это тот факт,— говорит Либих,— которому мы обязаны появлением ценного сообщения о приготовлении и способе действия платиновой черни ****** и который дал Деберейнеру ******* ключ к теоретическому обоснованию превращения спирта в уксусную кислоту. Этот химик действительно показал, что спирт, поглощая кислород,

дает воду и уксусную кислоту без выделения углекислоты. Измеряя объем кислорода, поглощенного определенным количеством спирта, он смог доказать, что 1 атом спирта соединяется с 4 атомами кислорода, так что, зная заранее состав уксусной кислоты, легко заключить, что должны образоваться 1 атом уксусной кислоты и 3 атома воды:



$$C_4H_{12}O_2 + 4O = C_4H_6O + 3H_2*.$$

§ 2. Необходимость фермента для окисления спирта в уксусном брожении. Идеи о природе этого фермента

Не менее интересно проследить историческое развитие представлений, касающихся вероятной причины образования уксуса.

Уже давно известно, что чистый спирт при доступе воздуха не может дать уксуса, что водка, например, не превращается в уксус, каково бы ни было в ней содержание спирта.

«Образование уксуса,— говорит Берцелиус,— может происходить только при содействии фермента. Поэтому хорошие вина не скисают (весь фермент в них оседает), в то время как плохие вина превращаются в уксус даже в закупоренных бутылках» [1]. И далее: «Как только образование уксусной кислоты началось, эта кислота особенным образом способствует ускорению брожения. Вот почему пивовары и водочные фабриканты должны так тщательно очищать сосуды, в которых происходило брожение жидкостей, чтобы удалить всю ук-

---

[1] Уже Шапталь писал: «Вино, прекрасно очищенное от всех экстрактивных веществ либо посредством осаждения, естественно совершающегося со временем, либо посредством осветления, не подвержено более закисанию. Я подвергал старые вина в открытых бутылках в течение сорока дней действию июльского и августовского солнечного тепла, и вино не потеряло своих качеств; только окрашивающие вещества постоянно выпадали, устилая в виде пленки дно бутылки. То же самое вино, настоенное на листьях винограда, закисало через несколько дней. Известно, что хорошо очищенные старые вина не закисают» (C h a p t a l. Traité sur les vins. Annales de chimie, an IX, 1-re sér., XXXVI, p. 245). Мы далее увидим, что правильно и что неверно в этих утверждениях. В настоящий момент я ничего не оспариваю, а ограничиваюсь историческим изложением последовательности и успехов в учении о причинах уксуснокислого брожения.

сусную кислоту, прежде чем снова ими пользоваться. Без этой предосторожности во время спиртового брожения вся масса, по мере образования спирта, будет превращаться в уксус. Уксусная кислота, таким образом, сама по себе является ферментом, способным вызвать кислое брожение. Дрожжи, закисшая закваска, кислый хлеб, одним словом, все вещества, которые вызывают спиртовое брожение, приобретают эту способность, как только в них началось кислое брожение. Слизистое вещество, известное под названием *уксусного гнезда,* также считают способным вызывать уксуснокислое брожение. *Но в чистом виде оно лишено этого свойства, потому что оно обязано им исключительно уксусной кислоте, содержащейся в его порах»* *.

Обратим внимание на эту последнюю фразу. Она означает: 1) что употребляя это слизистое вещество, можно вызвать образование уксуса; 2) что оно обязано этим свойством лишь уксусной кислоте, которая заключена в его порах.

Обоснованы ли оба эти утверждения? Правда ли, что при помощи слизистого вещества можно превратить в уксус жидкость, содержащую спирт? Без сомнения, этот факт известен уже очень давно. Вот одно место из «Химии» Фуркруа: «Здесь видно, что уже образовавшийся уксус может служить ферментом для вновь прибавленного вина. Когда необходимо по каким-либо обстоятельствам возобновить этот процесс, когда хотят получить в первый раз бочонок уксуса, то в вино, налитое в него, бросают кожицу или что-то вроде перепонки, которую вынимают из бочонков, простоявших долгое время с уксусом, и которую называют *уксусным гнездом.* Это слизистый густой осадок, образовавшийся благодаря медленному разложению уксуса. Он служит ферментом, вызывающим кислое брожение в вине» **.

Правда ли, с другой стороны, что можно получить уксус из содержащей спирт жидкости, прибавив к ней один лишь уксус? Мы увидим далее, что такова обычная практика Орлеана при пуске в производство бочек и что в этом городе тщательно удаляют всякого рода слизистые и другие осадки, чтобы пользоваться только прозрачным уксусом. Наконец, правда ли, что промытое уксусное гнездо, лишенное заключенного в нем уксуса, не может более служить для

образования уксуса? Мы увидим также, по данным этого мемуара, что и это утверждение основано на опыте.

Остановим еще наше внимание на этом слизистом веществе. Вот что Берцелиус говорит о его образовании.

«Уксус, хранящийся в сосудах, где он находится в соприкосновении с воздухом, который может возобновляться, теряет свою прозрачность. Мало-помалу в нем собирается студнеобразная, нераспадающаяся, скользкая и набухшая наощупь масса. Из этой массы нельзя выжать содержащейся в ней воды. Эта масса получила название *уксусного гнезда,* так как считали ошибочно, что она способна вызывать кислое брожение. Большей частью она находится в бочках, в которых уксус получен путем брожения, и в сосудах, которые торговцы подставляют под краны уксусных бочек. Пролитый уксус попадает в эти сосуды, которые иногда бывают целиком наполнены уксусным гнездом. Во влажном состоянии уксусное гнездо совершенно прозрачно и слизисто. Оно содержит очень много уксуса, который весьма трудно выжать. Постепенно высыхая, оно превращается в прозрачную желтоватую кожицу, вполне сходную с животной мембраной. Однако при сухой перегонке она не дает аммиака. В воде и особенно в уксусе она снова набухает, почти достигая своего первоначального объема. Будучи освобождена от приставшего к ней уксуса, она становится безвкусной. Она образуется за счет составных частей уксуса, и этот последний тем более ослабевает, чем в большем количестве образуется уксусное гнездо. Оно является, некоторым образом, продуктом гниения уксуса [2]. Оно не зарождается в очень концентрированном уксусе, а лишь в разбавленном. Чем слабее уксус, тем легче оно образуется» *.

Мы видим, что Берцелиус совершенно отрицает ферментную природу этого слизистого вещества. По его мнению, имеются различные

---

[2] Уже Шееле писал: «Общеизвестно, что уксус не может долго сохраняться, что он по истечении нескольких недель, особенно в летнюю жару, портится, делается мутным и поверхность его покрывается липким густым слоем; вследствие этого его кислотность все больше ослабевает и, наконец, совсем исчезает, так что его приходится выбрасывать» (Scheele. Mémoires de chimie. Dijon et Paris, 1785, in-12°, p. 137—140).

уксусные ферменты: экстрактивные вещества вина, дрожжи, кислый хлеб, но в особенности — уксусная кислота.

Замечательно, что практика уксусных заводов, как мы увидим ниже, как будто бы подтверждает воззрения Берцелиуса.

Задолго до того, как наука смогла осветить теорию брожения пива, было хорошо известно, что при производстве этого напитка жидкость мутится и в ней мало-помалу осаждается вещество, обладающее в высокой степени свойством фермента и с давних пор применяемое благодаря этому в производстве. Происходит ли что-либо подобное на уксусных заводах? Судя по только что приведенному мною отрывку из «Химии» Фуркруа, можно было бы так думать. Но практика производства приводит нас к совершенно другой точке зрения.

«В уксусе,— говорит Маке («Химический словарь», т. IV, стр. 239),— не осаждается винный камень, как в вине, если бы даже он был приготовлен из вина, в котором еще не успел осесть его собственный винный камень. Осадок уксуса представляет собою слизистое вещество, весьма легко загнивающее. Виноградная лоза и кисти винограда, которыми, как уже говорилось, пользуются в производстве уксуса для ускорения [3] и усиления брожения, оказываются после

[3] Маке намекает здесь на старинный немецкий способ приготовления уксуса, описанный уже Бергавом (Boerhave. Eléments de chimie. Paris, 1754). «Этот метод,— пишет Маке,— состоит в том, что уже более или менее испорченное и самопроизвольно прокисшее вино помещают в два вертикально стоящих друг на друге чана, открытых сверху. На расстоянии фута ото дна чана укрепляется своего рода плетенка, на которую помещают охапку зеленых веток винограда, а затем кладут виноградные «гребешки» до верха чана. Вино в этих двух чанах распределяется таким образом, что один из них заполнен целиком, а другой лишь наполовину. Примерно на второй или третий день в наполовину наполненном чане начинается брожение. Ему дают идти в продолжении 24 часов, пока оно не заканчивается, что узнается по прекращению движения в наполовину наполненном чане, потому что брожение происходит главным образом именно в этом последнем. Так как недостаток воздуха прекращает почти совершенно брожение в полном чане, то этим приемом прерывают брожение, которое, собственно говоря, идет только в один из двух дней, и препятствует ему слишком усилиться, хотя оно ведется с благоприятной для него активностью. Проводимое таким образом брожение уксуса продолжается летом во Франции приблизительно пятнадцать дней, но при сильной

такого употребления покрытыми этим слизистым осадком. Их моют, чтобы его удалить, но когда они уже очищены, их тщательно сохраняют, чтобы использовать для брожения и получения нового уксуса, потому что уксус, которым они уже сильно пропитались, является своего рода закваской, вызывающей сильное уксусное брожение. То же самое относится к бочкам, в которых происходило это брожение. Надо их очищать от того слизистого вещества, которым они покрыты, но после этого они гораздо более пригодны для производства нового уксуса, чем новые бочки».

Мнение Берцелиуса, таким образом, кажется, победило. Слизистый осадок удаляли путем промывания как из бочек, так и с кистей винограда. И мы видим, Маке также разделяет мнение Берцелиуса, что именно уксус, которым пропитаны эти бочки и кисти винограда, служил закваской, ферментом для всех последующих операций.

Обратимся теперь к более современным приемам уксусных заводов, тех именно, которые пользуются лучшей репутацией, например уксусных заводов г. Орлеана.

«Почти весь уксус севера Франции,— говорит Шапталь, приготовляется в Орлеане, и производство там приобрело такую известность, что методы, которые там применяются, следует считать наилучшими. Вот к чему они сводятся, по Прозе [4] и Пармантье.

«На фабриках Орлеана употребляются бочки вместимостью около 400 л. Предпочитают те, которые уже служили раньше; их называют *уксусными гнездами*.

«Эти бочки располагаются в три ряда, одни на других. В своей верхней части (на вертикальной стенке дна, которое находится вне-

---

жаре, например свыше 25° по термометру Реомюра, каждые двенадцать часов заменяют один чан, о котором мы говорили, другим» (M a c q u e r. Dictionnaire de chimie. Paris, 2-e édit, 1778, t. VI, p. 238).

Этот метод во Франции больше не употребляется. Он, как мы видим, достаточно близок к немецкому «способу стружек», сильно распространенному в наши дни, который теперь один только и употребляется, наряду со старинным орлеанским способом, который был в ходу уже в прошлом веке в Орлеане и даже в Париже (см. Маке, ту же страницу).

[4] Бывший фармацевт и профессор в Орлеане.

реди) они имеют отверстие диаметром 0,055 м, которое всегда остается открытым.

«С другой стороны, уксусный мастер держит вино, предназначенное для переработки в уксус, в бочках, в которые он кладет слой буковых стружек. На них оседает и задерживается мелкий осадок. Из этих именно бочек сцеживают очищенное, хорошо просветленное вино, чтобы превратить его в уксус.

«Начинают с того, что в каждое гнездо (бочку) наливают 100 л хорошего *кипящего* уксуса и оставляют его там в течение восьми дней. Затем в каждое гнездо примешивают 10 л вина и продолжают прибавлять такое же количество каждые восемь дней до тех пор, пока сосуды не наполнятся. Затем уксус оставляют стоять пятнадцать дней, прежде чем пускать его в продажу.

«Бочку-гнездо никогда не опоражнивают больше чем наполовину и сразу же вновь наполняют, как мы уже говорили, для того, чтобы превратить новое вино в уксус.

«Для того чтобы судить, работает ли гнездо, у уксусных мастеров в ходу следующий прием. Они опускают в уксус клепку и затем сразу вытаскивают ее. Они считают, что брожение идет очень активно, если на мокрой верхушке клепки появляется пена или цвель уксуса. В зависимости от того, как много появится пены, они прибавляют больше или меньше нового вина, через бóльшие или меньшие промежутки времени» *.

Этот отрывок из «Очерков по химии» Шапталя очень поучителен благодаря тем размышлениям, которые он вызывает. Ни одного слова о слизистом веществе, и если оно даже и имеется в бочках, то им никогда не пользуются в качестве уксуснокислого фермента. И Берцелиус, без сомнения, сказал бы: ферментом является уксус. Ибо для того чтобы пустить в ход бочку, в нее сначала наливают только уксус и даже кипящий уксус.

И сейчас еще приемы те же, только вместо кипящего берут обыкновенный уксус, но пользуются при этом возможно более прозрачным и крепким. Поэтому тщательно удаляют всякий осадок, все твердые и слизистые вещества. После того как я дам точную и полную теорию уксуснокислого брожения, станет ясно, что действительно

полезно употреблять вначале крепкий и прозрачный уксус и что старая практика применения кипящего уксуса была еще более надежной.

Итак, вот еще новое подтверждение воззрений Берцелиуса на роль слизистого вещества. Мало того, приходится думать, что если на уксусных заводах называют *уксусным гнездом* самые бочки, в которых производят уксус, то только вследствие неясности терминологии название *уксусное гнездо* присваивают слизистому веществу, о котором говорят все авторы. Я действительно убедился, что орлеанские фабриканты употребляют название *уксусное гнездо* безразлично по отношению и к *бочкам* и к *осадкам в бочках*. Но одна вещь сильно поразила меня в начале моих исследований, когда я еще не знал истинной теории всех явлений и всех отклонений так, как я ее излагаю в этом мемуаре. Именно, на уксусных заводах Орлеана не знают, так сказать, о существовании этого слизистого вещества, о котором говорят все авторы. Его никогда нет в бочках Орлеана, и я вспоминаю, что лишь настойчивыми уговорами мне удалось навести на поиски этого вещества одного разумного фабриканта этого города. Да и это мне удалось лишь путем расспросов старейшего рабочего уксусного завода, который мне рассказал, что нечто подобное действительно видели в чанах, в которых оставлялся уксус, а также иногда, когда гнездо (бочка) работало настолько плохо, что уксус в нем загнивал [5]. Действительно, я скоро убедился, что осадок, который появляется во всех бочках-гнездах, вовсе не слизистый, что это грязная, разжиженная густая масса и что ее выбрасывают, когда через долгое время, иногда через 10—12 лет, эта масса собирается в таком количестве, что сифон сцеживает из бочки лишь мутный уксус.

Однако следует сказать, что все уксусные мастера считают, что причина явления находится именно в этом осадке. Но они могут только ссылаться на вековые обычаи и навыки страны, когда у них спрашивают, почему они не кладут часть или весь осадок в те бочки, которые надо снова пустить в производство.

---

[5] Шапталь совсем не говорит об этом слизистом веществе, как о ферменте уксуса.

Все это скоро разъяснится. Но не забудем последнего замечания по поводу цитированной выше выдержки из «Химии» Шапталя. Гнездо, иными словами, бочка, по мнению Шапталя, работает хорошо, когда на ее поверхности имеется цвель уксуса. Не является ли последний ферментом, настоящим гнездом? Нет, сказал бы Берцелиус. При доступе воздуха на поверхности всякой мертвой органической материи развиваются такого рода зачатки растительности. Уксус является своеобразным растительным настоем. Как все настои, он покрывается различными пленками или дает начало зарождению микроскопических животных. И действительно, не зарождаются ли, кроме этой цвели, в уксусе еще мириады угриц? Нет ни одной бочки на уксусных заводах, работающих по орлеанскому способу, которая не давала бы убежища бесчисленному количеству этих маленьких существ. Не утверждали ли также, что эти угрицы являются ферментом хорошего уксуса?

Я только что говорил, что цвель уксуса (или другие подобные образования) представляет собой зачатки растительности. Для того чтобы дополнить исторический обзор, который я здесь набросал, интересно будет знать, когда эта идея проникла в науку. Есть основание думать, что она должна быть приписана Шапталю.

«Одно явление,— говорит он,— столько же поражало, сколько смущало многочисленных писателей, говоривших о болезнях вина. Это так называемая *цвель вина*. Она образуется в бочках, но главным образом в бутылках, в которых она заполняет горлышко. Она постоянно предвещает закисание вина и ему предшествует. Она появляется в большем или меньшем количестве, в зависимости от количества экстрактивных веществ, почти во всех сброженных жидкостях.

«Эта цвель, которую я раньше принимал за осадок винного камня, мне сейчас представляется не чем иным, как растением, *настоящей плесенью, составляющей принадлежность этого сброженного вещества*. При высушивании из нее почти ничего не получается. Анализ дает лишь немного водорода и большое количество углерода.

«Все эти зачатки или подобия растений, развивающиеся во всех случаях, когда разлагается органическое вещество, мне кажется, не могут быть приравнены к совершенным растениям. Они не способны

к размножению, это не более, нежели нарост или симметрическая группировка молекул материи, которая скорее управляется простыми законами сродства, чем законами жизни. Подобные явления наблюдаются во всех случаях разложения органических существ» *.

Без сомнения, Шапталь держался бы того же мнения относительно цвели уксуса.

Как бы то ни было, в тот момент, до которого мы дошли в нашем историческом обзоре, т. е. около 1830 г., без сомнения, ничего не было известно о настоящей причине образования уксуса, и воззрения Берцелиуса еще кажутся наиболее правильными.

В 1835 г. вопрос, который нас занимает, был близок к разрешению. Всем известно, что в это время Каньяр-де-Латур открыл почкование пивных дрожжей и ввел в науку тогда еще новый взгляд, что дрожжи действуют на сахар, вероятно, эффектом своего развития. Когда Шанталь, а за ним Персоон и Демазьер ** нашли, что при уксуснокислом брожении зарождаются организованные существа, угрицы и микодерма, состояние науки требовало, чтобы гипотеза Каньяр-де-Латура относительно пивных дрожжей была применена и к этим существам. Требовалось, чтобы экспериментальному исследованию был подвергнут вопрос, принимают ли те или другие из этих существ или все вместе в какой-нибудь степени участие в образовании уксусной кислоты. Вместо того чтобы постараться доказать экспериментальную гипотезу Каньяр-де-Латура, сторонники этой предвзятой точки зрения считали ее обоснованной не только по отношению к пивным дрожжам, но применили ее, без всякого предварительного изучения, к уксуснокислому брожению. Так поступили Тюрпен и Кютцинг. Одним словом, эти ученые лишь вновь высказали мысль, которую я здесь излагал и которая, как мы видели, уже давно существовала в науке, именно, что ферментом уксуснокислого брожения является слизистое вещество, род низшего растения, называемого некоторыми *уксусным гнездом*. Это означало возобновить без доказательств чрезвычайно старое утверждение, которое оспаривалось Берцелиусом. Но это ничего не прибавляло к тому, что уже ранее было известно [6]. Истинная

[6] Это настолько верно, что Тюрпен даже ошибся в специфической природе цвели уксуса. Он описал некую цвель вина (впрочем, несколько фантастич-

наука не должна придавать ценности такого рода преждевременным утверждениям и обобщениям. Ученые, привыкшие к точному экспериментированию, не ошиблись в этом. «Несомненно, бывают случаи,— говорит Дюма,— когда таинственное вмешательство нескольких органических веществ заставляет думать, что образование уксуса относится к брожению в собственном смысле этого слова. Но пока не покажут ферменты, о которых идет речь, изолированными от всякого другого вещества и *производящими те явления, которые им приписывают,* до тех пор могут остаться сомнения в реальности их существования» *. Нельзя было лучше выразить пожелание науки по этому вопросу.

Надо, кроме того, отметить, что в эту эпоху изучение уксуснокислого брожения, чрезвычайно трудное, как все связанное с брожением. было еще усложнено совершенно новым принципом. Этот принцип, казалось, должен был устранить всякую мысль об участии чего-либо живого в явлении образования уксуса и отнести это явление к разряду простых химических реакций. Эдмонд Дэви, действительно, начиная с 1821 г., получал уксусную кислоту при помощи спирта и платиновой черни, иными словами, как показал Деберейнер и особенно Либих, действием пористых тел, способных конденсировать кислород.

Либих, который вместе с Берцелиусом был наиболее авторитетным противником гипотезы, высказанной Каньяр-де-Латуром на основании наблюдений над почкованием пивных дрожжей, Либих, говорю я, вскоре высказал мнение, которое, отличаясь в некоторых отношениях от воззрений Берцелиуса, все же подтверждает эти последние.

Здесь уместно воспроизвести теорию образования уксуса в таком виде, как ее изложил этот знаменитый немецкий химик в своих «Очерках по органической химии» **.

ную), а не уксуса, которая от него так сильно отличается. См. соответственную таблицу его мемуара, озаглавленного «Mémoire sur la cause et les effets de la fermentation alcoolique et aceteuse», включенную в «Mémoires de l'Académie royale des sciences de l'Institut de France», t. 17, 1840. См. Kützing (Recherches microscopiques sur le ferment et la mére de vinaigre, et de quelques autres formations qui en dependent). Répertoire de chimie scientifique et industrielle, 3, 1838, p. 257—283.

«Чистый или разведенный водою спирт на воздухе не превращается в уксус. Вино, пиво, вообще сброженные жидкости, содержащие, кроме спирта, еще посторонние органические вещества, при определенной температуре легко при доступе воздуха образуют кислоту. Чистый спирт, разбавленный водою, подвергается такому же превращению, когда к нему прибавляют определенные органические вещества, как, например, проросший ячмень, вино, виноградные выжимки, фермент или хотя бы совершенно готовый уксус.

«При рассмотрении всего комплекса этих явлений не может явиться никаких сомнений относительно роли, которую играют все эти азотистые вещества в окислении спирта. Они дают возможность спирту поглощать кислород, потому что сам по себе спирт этой способностью не обладает. Окисление спирта представляет собой процесс совершенно того же порядка, что и действие, вызывающее образование серной кислоты в свинцовых камерах. Тем же путем, как кислород воздуха посредством двуокиси азота переносится на сернистую кислоту, органические вещества, поглощая кислород воздуха, переводят его в особое состояние, в котором он способен поглощаться спиртом. Влажные стружки и опилки дерева очень быстро поглощают кислород воздуха и загнивают, давая начало угольной кислоте и растворимому веществу. Способность поглощать кислород не изменяется, когда дерево увлажняют спиртом, разведенным водой, но в этом случае кислород переносится не на дерево, а на спирт, и таким образом получают уксусную кислоту.

«Измельченная платиновая чернь точно так же ведет себя по отношению к кислороду. Единственная разница состоит в том, что кислород, который она конденсирует, не изменяет ее, как он изменяет органические вещества. Когда платину смачивают спиртом, разбавленным водой, то она уступает сгущенный кислород водороду спирта, откуда и получается вода и альдегид, переходящий при избытке кислорода в уксусную кислоту. Продолжая поглощать кислород, платина все время передает его спирту, сама при этом не испытывая ни малейших изменений. Наоборот, органические вещества при повышенной температуре, при которой образуется уксус, принимают различные формы. В теплой жидкости, как и в теплых минеральных водах,

появляется особенная растительность, которая в больших количествах отлагается на дне сосудов в виде беловатой студнеобразной массы, известной под названием *образователя уксуса* или *уксусного гнезда*.

Все растительные вещества или части растений, все мясистые плоды в свежем состоянии относятся к кислороду, как платиновая чернь. В присутствии разбавленного спирта они поддерживают образование уксуса, т. е. они поглощают кислород и уступают его спирту».

«Действие, которое эти органические вещества производят в акте окисления, приписывается особой силе, которой дали название *каталитической силы*. Эта сила, говорят, проявляется при простом соприкосновении определенных веществ... Без сомнения, образование серной кислоты также вывели бы из каталитического влияния, если бы случай не раскрыл и не показал в истинном свете роль двуокиси азота в этом процессе. Действительно, этот газ окрашивается в присутствии кислорода и обесцвечивается при соприкосновении с водой, отдавая серпистой кислоте поглощенный им кислород.

Того, что было сказано, достаточно для понимания принципов обычного производства уксуса».

Такова была теория Либиха, пользовавшаяся всеобщим признанием, когда я опубликовал первые результаты моих исследований об уксуснокислом брожении [7].

Всякое влияние организованного фермента оказывается устраненным. Если во время производства и появляется особая растительность, то эти вещества подобны тем, которые можно встретить в теплых минеральных водах и во всех настоях. Они являются результатом явления, случайным следствием условий, в которых оно протекает, но они не имеют отношения к причинам, которые его вызывают.

По существу таково же было мнение Берцелиуса.

---

[7] Однако не все химики, особенно в Англии, разделяли его теоретические взгляды. Роберт Томсон опубликовал в 1852 г. сообщение о природе и действии уксусного гнезда, в котором он не подвергает сомнению, что уксус при некоторых способах производства образуется этим растением (Thomson (R. D.). Notice of the vinegar plant. Proceedings of the Philosophical Society of Glasgow, 3, 1848—1855, p. 238—241).

ВТОРАЯ ЧАСТЬ

§ 1. Описание *mycoderma aceti* (цвели уксуса). Роль этого растения в процессе уксуснокислого брожения

Я поставил себе целью доказать в этом мемуаре, что процесс так называемого уксуснокислого брожения совершается под исключительным влиянием одного организованного существа, действующего наподобие платиновой черни. Это воззрение коренным образом отличается от прежней теории Либиха. Согласно последней, способностью сгущать и переносить кислород воздуха обладают стружки, древесные опилки, перегной, растительные остатки, а также различные части растений и азотистые составные части вина, пива, дрожжей и т. п. Я же считаю, что эта способность присуща микодерме, появляющейся без ведома экспериментатора во всех тех случаях, когда перечисленные выше вещества, увлажненные спиртом при определенной температуре, образуют уксусную кислоту [8]. Разница между этими двумя воззрениями, на первый взгляд, довольно простая, является по существу весьма значительной как с теоретической точки зрения, так и в отношении практических выводов. Это различие затрагивает серьезный вопрос о фиксации кислорода воздуха мертвыми органиче-

---

[8] Я не ставил опытов со всеми этими веществами; но *mycoderma aceti* и *mycoderma vini* с такой легкостью образуются повсюду, где встречается спирт, смешанный с веществами, которые могут более или менее служить источником фосфатов и азотистых веществ, хотя бы только благодаря покрывающей их пыли, в которой последних часто вполне достаточно, чтобы началось развитие. Мне кажется, что моими наблюдениями настолько ясно показано, что исключительно только *mycoderma aceti* участвует в промышленном уксуснокислом брожении, что было бы правильно совершенно откинуть мысль о возможности образования уксуса при помощи пористых тел, образованных остатками каких-то органических веществ, по меньшей мере до тех пор, пока это не будет доказано положительными опытами. Насколько я знаю, таковых еще не существует.

скими веществами. Этой последней теме я посвящу специальную статью.

Mycoderma aceti — одно из наиболее простых растений, которое можно вообразить. Она состоит главным образом из расположенных четками члеников, обычно слегка суженных в средней части. Диаметр этих члеников, несколько колеблющийся в зависимости от условий роста, достигает в среднем 1—1,5-тысячных миллиметра. Длина членика немного более двойной ширины. Так как средняя часть членика слегка сужена, то иногда — особенно, если суженная часть коротка,— создается впечатление двух соединенных маленьких шариков. Если эти членики расположены в виде слоя или сжатой пленки, можно подумать, что у нас перед глазами скопление маленьких зерен или маленьких шариков. На самом же деле этого нет. Если не разобраться в этой структуре члеников, можно легко смешать *mycoderma aceti* с другими ферментами, имеющими вид четок и зерен того же диаметра, от которых они, однако, существенно отличаются своими химическими функциями.

Членики размножаются совершенно определенным образом. Каждый членик все более и более суживается и образует таким образом два новых шарика или членика. Последний, вырастая, в свою очередь, суживается, и так далее. Подобным же образом размножается большинство инфузорий, в том числе и вибрионы *.

Можно подобрать жидкие среды такого состава, что рост этого растения будет протекать в них поистине с исключительной быстротой. Возьмем, например, жидкость следующего состава:

Дрожжевая вода[9] (из пивных дрожжей), содержащая от 2до 5-тысячных частей растворимых веществ	100 частей
Уксусная кислота	1 или 2 части
Спирт	3 или 4 »

[9] Берут пивные дрожжи в виде теста в количестве 50—100 г на литр воды и кипятят в течение четверти часа. Это я называю дрожжевой водой. Затем 100 $см^3$ жидкости выпаривают и высушивают в термостате с кипящей водой. Узнают содержание растворенных экстрактивных веществ. Это белковые и другие вещества, содержащие щелочные и щелочноземельные фосфаты и служащие обычно, при таком приготовлении, прекрасным азотистым и минеральным питанием для большинства как растительных, так и животных ферментов. Пиво, вино, сидр и т. д. содержат аналогичные элементы, которые называли ферментами, когда они как утверждали, претерпевали при соприкосновении с воздухом неопределенного характера изменения. (В статье в «Annales scientifiques de l'École Normale supérieure» Пастер к этим словам добавил: «Я неоднократно указывал, что, по-моему, это азотистые и минеральные питательные вещества ферментов и ничего более». (*Примечание редакции французского издания*).

Стоит засеять поверхность такой среды несколькими кусочками *mycoderma aceti,* как на завтра же или послезавтра вся поверхность жидкости, как бы велика она ни была, окажется покрытой гладкой тонкой пленкой, состоящей исключительно из спутанных, четковидно расположенных мелких члеников микодермы. Воображение бессильно подсчитать все количество этих члеников, образовавшихся за такой сравнительно короткий промежуток времени.

На рис. 22 изображена *mycoderma aceti* в период ее образования на поверхности жидкости. В этом рисунке совершенно нет вымысла. И как бы тщательно ни рисовать, все же действительность значительно превосходит рисунок как по правильности, так и, смею сказать, по красоте этих маленьких четок.

Можно наблюдать, как четки члеников, исходя из различных центров, расходятся лучеобразно по всем направлениям. Так в действительности происходит развитие этого растения. Только трудно убедиться в этом обычными микроскопическими наблюдениями. Обычно в этих случаях кончик стеклянной палочки просто погружается в жидкость, после чего маленький кусочек пленки, прилипший к палочке, переносят на предметное стекло. С помощью этого приема можно наблюдать различные формы члеников, а также их четковидное размножение. Это удается в том случае, если микроскопическое наблюдение ведется в течение первого или второго дня развития, т. е. до того, как четки становятся сильно перепутанными. Чтобы проследить за лучеобразным распространением члеников из различных центров, нужно пользоваться следующим приемом. Выращивают микодерму в нескольких кубических сантиметрах жидкости, помещенной в маленькой стеклянной ванночке с исключительно тонкостенным дном. В разгаре роста удаляют пипеткой почти всю жидкость. Пленка постепенно сползает вниз, не разрываясь и оставаясь все время на поверхности оставшейся жидкости. Когда слой жидкости становится чрезвычайно тонким, рассматривают пленку через дно ванночки с помощью микроскопа Nachet, объектив которого расположен под исследуемым объектом. В этих условиях можно с большой отчетливостью видеть скопления члени-



Рис. 22

ков, от которых по всем направлениям расходятся прелестные четки [10].

Как получить в первый раз посевной материал *mycoderma aceti*? Нет ничего более легкого. Жидкость только что упомянутого или аналогичного состава оказывается постоянно покрытой, спустя более

[10] Я думаю, что, имея немного терпения и употребляя этот способ наблюдения, было бы легко, если не отводить глаз в течение получаса или часа от микроскопа, увидеть размножение члеников делением.

или менее короткое время (через 2, 3, 4 дня или несколько позже), пленкой *mycoderma aceti.* Жидкость помещается в кристаллизатор, покрытый стеклянной пластинкой. В пылинках, взвешенных в воздухе или находящихся на стенках кристаллизатора, а также и во взятых жидкостях всегда содержатся зародыши, способные привести к развитию *mycoderma aceti.* Чтобы этого не было, необходимо принять обычные меры предосторожности, например, смешивать жидкости горячими, мыть кристаллизатор кипящей водой и т. д., т. е. воспользоваться приемами, убивающими зародыши низших организмов. Убедиться в этом очень легко. Если указанные мною усиленные меры предосторожности, ведущие к чистоте, приняты, то можно значительно отодвинуть, даже в условиях соприкосновения с обыкновенным воздухом, момент самопроизвольного появления растения [11].

Я уже упоминал, что жидкости, аналогичные по составу вышеуказанной искусственной среде, с неменьшим успехом пригодны для *самопроизвольного* получения в первый раз *mycoderma aceti.* Укажу для примера смесь из 1 объема красного или белого вина с 2 объемами воды и 1 объемом уксуса или же из 1 объема пива с 1 объемом воды и $^1/_2$ объема уксуса. При этом я имею в виду столовый уксус, содержащий 7% уксусной кислоты. Вместо столового уксуса можно пользоваться соответствующим раствором кристаллической уксусной кислоты в чистой воде.

Соотношения частей в этих смесях могут сильно варьировать, не выходя, однако, за определенные пределы. Если желают получить *спонтанно mycoderma aceti,* необходимо избежать появления инфузорий, бактерий, а также *mycoderma vini.* В связи с этим мной было поставлено большое количество опытов с целью подыскания среды,

---

В Лондонском «Intellectual Observer» (ноябрь 1863 г.) появилась статья Слэка (Slack) о природе микодермы. Я не мог присоединиться по ряду вопросов ко взглядам автора, особенно в том, что касается сравнения бактерий с *mycoderma aceti.*

[11] Я часто отмечал, что пыль, находящаяся на поверхности предметов, по своему количеству всегда соответствует пыли и зародышам, взвешенным в весьма значительном объеме воздуха.

наиболее благоприятной для развития этих двух микодерм. Вот обзор результатов.

На обычном вине, особенно на красном, в частности на свежем красном вине, если только оно не разбавлено водой и к нему не прибавлена уксусная кислота, *mycoderma aceti* спонтанно появляется очень редко. *Mycoderma vini,* напротив, появляется на нем с большой легкостью. Появление последней еще больше облегчается, если вино разбавить равным объемом воды. На обычном красном вине *mycoderma aceti* вырастает с трудом. Между тем я часто наблюдал спонтанное появление *mycoderma vini* на вине, засеянном одной лишь *mycoderma aceti*, и это даже при условии уже начавшегося, хотя и затрудненного развития последней. Очень любопытно наблюдать в таких случаях за ходом развития обеих микодерм. В то время как *mycoderma aceti* развивается с большой медленностью, *mycoderma vini* вследствие ускоренного роста мало-помалу заполняет поверхность жидкости и захватывает все участки, покрытые *mycoderma aceti.* Последняя постепенно утолщается и в конце концов падает на дно, совершенно уступая место своему соседу.

Если же к вину прибавлена уксусная кислота, например, в виде равного объема обыкновенного уксуса, то явления протекают совершенно по-иному. В таких случаях преобладание получает *mycoderma aceti.* И в этих условиях можно воспроизвести прямо противоположный опыт, т. е. заставить *mycoderma vini* уступить место своему сородичу.

Можно, наконец, приготовить такие жидкие среды, на которых обе микодермы одновременно вместе спонтанно разовьются. Так, на пиве, разбавленном равным объемом воды, без труда можно получить смесь обеих микодерм. Если же разбавление водой не сделано, то преобладание получает *mycoderma vini.*

Слегка подкисляя жидкость, подавляют при этом появление бактерий [12].

---

[12] Уже давно я установил вредное влияние даже самых маленьких количеств кислот, препятствующих развитию инфузорий и способствующих развитию плесеней. См. мой «Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent en suspension dans l'air de l'atmosphére» («Annales des sciences naturelles»,

Рис. 23 представляет одну из разновидностей чистой *mycoderma vini*. На рис. 24 дан несколько умепьшенный общий вид ее; она представлена с примесью члеников *mycoderma aceti*.

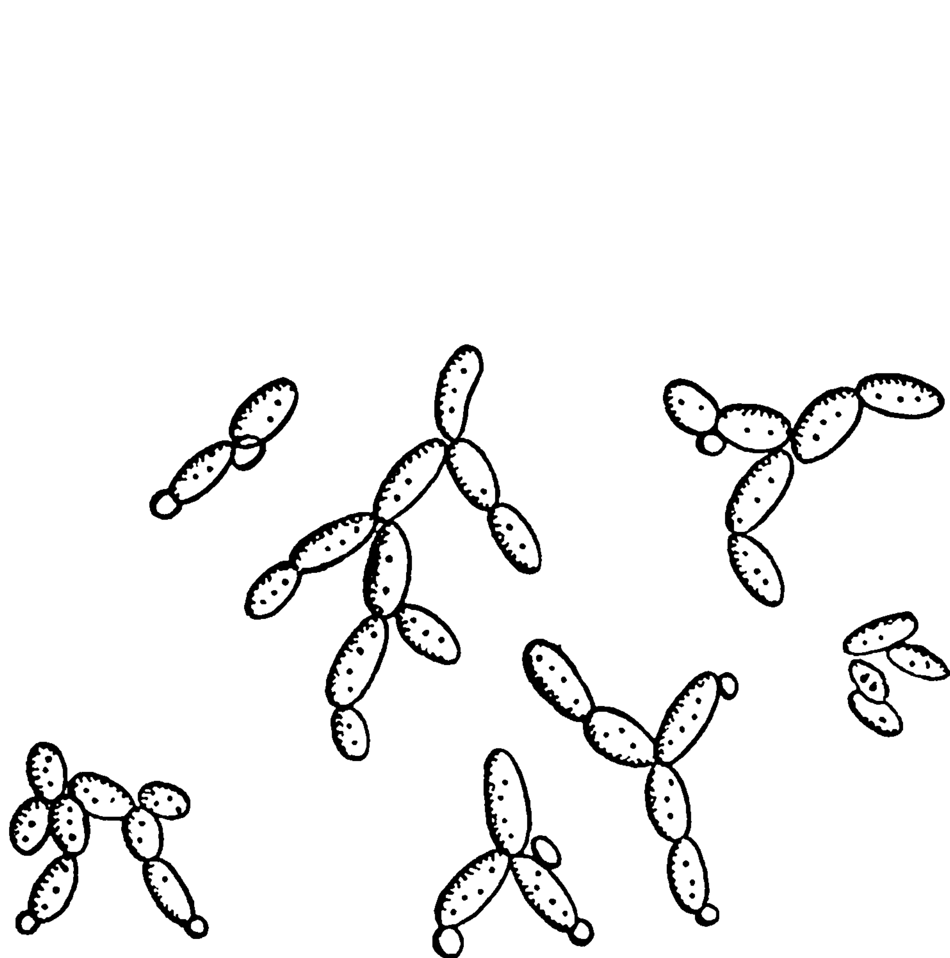


Рис. 23

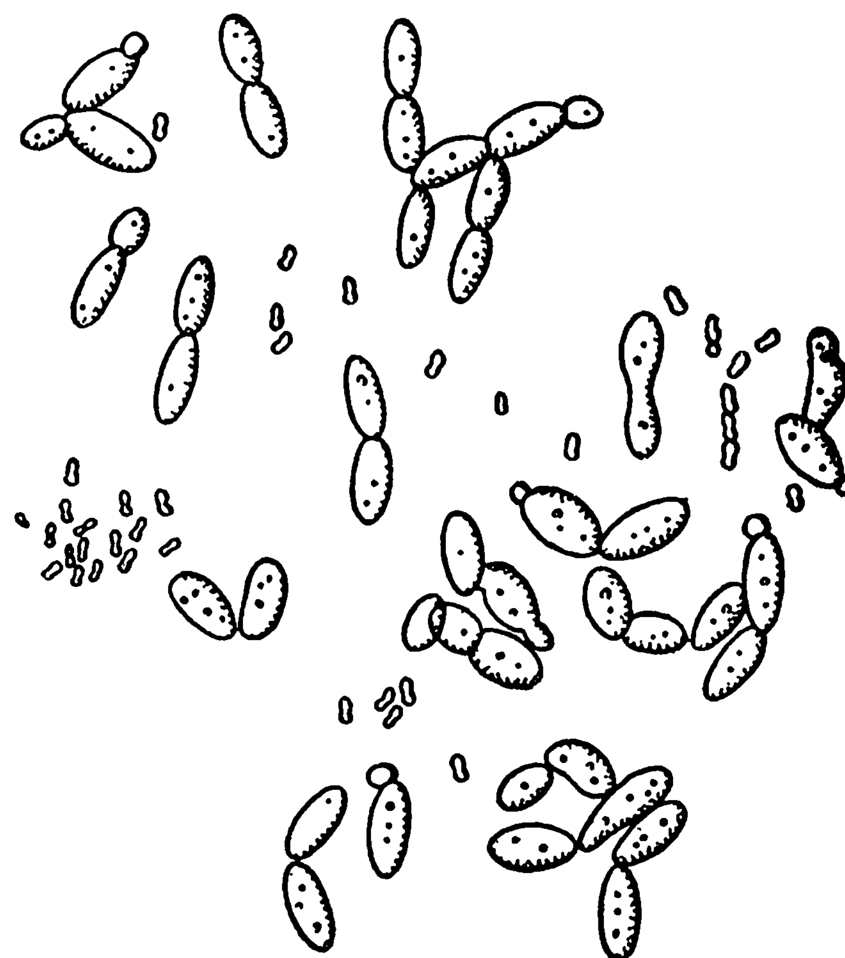


Рис. 24

О студнеобразном развитии mycoderma aceti. Рис. 22 изображает *mycoderma aceti* в период первоначального роста на поверхности жидкости. Это развитие совершается либо благодаря непосредственно внесенным в жидкость членикам растения, либо под влиянием взвешенных в воздухе зародышей. В обоих случаях растение развивается в виде тонкой пленки, более или менее сухой, гладкой или морщинистой и почти не смачивающейся находящейся ниже жидкостью, благодаря наличию у растения жировых веществ [13]. В первые дни эта

4-e sér. (part. Zool.), 1861, p. 98; «Annales de chimie et de physique», 64, 1862, p. 5—110). См. также сообщение одного из моих учеников: Duclaux. Sur la germination des spores qui sont en suspension dans l'air (C. r. de l'Acad sci., 56, 1863, p. 1225—1227).

[13] Я доказал прямыми опытами, с помощью эфира, что *mycoderma aceti* в числе своих основных составных частей содержала жировые вещества.

тонкая пленка легко рвется. Опущенная в жидкость стеклянная палочка протыкает эту пленку, продырявливает ее, а при удалении палочки часть пленки к ней прилипает. Благодаря размножению четковидно расположенных члеников, пленка постепенно все больше и больше утолщается. Четки члеников, перепутываясь друг с другом по всем направлениям, образуют в итоге пленку, более или менее толстую и трудно рвущуюся. Опущенная в жидкость стеклянная палочка уже не в состоянии ее проткнуть. Приподнимая пленку в каком-либо месте, увлекают заодно и прилегающие участки, образующие в общем скользкую наощупь перепонку, обычно довольно трудно смачивающуюся жидкостью. В этом случае растение развивается только на поверхности. Если удалить пленку, остается только одна жидкость, содержащая бо̀льшие или меньшие количества уксусной кислоты.

Существует еще другая, совершенно отличная форма развития этого растения, на которую следует обратить внимание. Можно высказать общее положение, что при длительном выращивании в какой-либо содержащей уксус среде *mycoderma aceti* дает в итоге форму, которую я опишу. Но часто эта же форма появляется уже в самом начале. Растение при этом имеет вид студнеобразного вещества, которое увеличивается мало-помалу, чтобы достигнуть поверхности, где оно представляется в виде слизистых узлов, постепенно сливающихся друг с другом и образующих нечто вроде влажной, вздутой, студнеобразной и скользкой кожицы. Оно заполняет впоследствии всю жидкость. Развитие в этом случае, как по объему, так и по весу, является несравненно более мощным, нежели в первом случае, т. е. в состоянии перепончатой пленки, не смачиваемой жидкостью и не погруженной в нее.

Именно под этой формой и описывалась до сего времени *mycoderma aceti,* или уксусное гнездо.

Она состоит, как показывает наблюдение под микроскопом, из менее суженных члеников тех же размеров, что и обычная *mycoderma aceti,* соединенных просвечивающей слизью. Эта слизь при старении принимает вид и консистенцию гомогенной перепонки, чего-то вроде животной мембраны. Не происходит ли здесь слияние, соеди-

нение вещества самих члеников, как результат процесса горения, очагом которых, как мы это увидим, *mycoderma aceti* обычно и является? Должен заметить, что эта слизь свойственна не одной только форме развития, о которой я говорю. Достоверно, что и в состоянии перепончатой пленки какое-то клейкое вещество соединяет членики. Наличие этого вещества, хотя оно и невидимо, выявляется четковидным расположением члеников, сохраняющимся даже и в том случае, когда они разъединены и удалены друг от друга. Известно, что мукоры и плесени имеют две сильно отличные формы существования в зависимости от того, живут ли они на поверхности жидкостей или внутри последних. Студнеобразная форма *mycoderma aceti* является в некотором роде формой, свойственной *мицелию* мукора.

Но что нас особенно интересует, это выяснение тех обстоятельств, при которых растение принимает студнеобразный и слизистый вид. Почему оно не всегда имеет вид гладкой или морщинистой пленки? Иля же, наоборот, почему оно не всегда находится в студнеобразном состоянии? Я выяснил, что *mycoderma aceti* становится слизистой во всех тех случаях, когда при засеве клетки рассеяны по всей массе жидкости и когда более или менее быстро образующаяся пленка не отнимает кислорода и не препятствует клеткам, рассеянным по всей массе жидкости, жить на дне сосуда или в самой толще жидкости. Напротив, если засев сделан только на поверхности, то *mycoderma aceti* принимает форму пленки.

Так, например, можно быть уверенным, что растение примет студнеобразное состояние во всех тех опытах, где пользуются неочищенным уксусом. Этот последний, всегда несколько мутный, содержит в себе плавающие членики *mycoderma aceti* в количествах, почти неощутимых на глаз [14]. Если нагреть уксус в течение нескольких мгно-

[14] Да будет мне позволено рассказать здесь подробности одного визита, который мне нанес 27 мая 1863 г. один искусный орлеанский фабрикант, желавший посоветоваться со мной по поводу одной аварии на его производстве.

«У меня сейчас находится в работе,— сказал он мне,— южное вино, вызвавшее развитие в уксусном гнезде этих студенистых веществ», и тут же он передал мне бутылку, наполненную слизистой формой *mycoderma aceti*. «Эти вещества,— прибавил он,— мешают производству». «Это,— ответил я,— одна из форм, принимаемая *mycoderma aceti*».

вений до 50—60° *, то эффект будет другой, так как при этом все зародыши, заключенные в нем, будут убиты.

Фабрикант пытался доказать мне, что это должно быть чем-то другим, настолько эта форма микодермы, как я уже отмечал, неизвестна в Орлеане (см. первую часть, § 2, стр. 228).

«Ваше вино,— продолжал я,— должно было быть мутным, и оно начало превращаться в уксус еще там, где вы его покупали. Превращение же в уксус могло совершаться только под влиянием пленки *mycoderma aceti*. Продавец не принял предосторожностей, чтобы осветлить вино перед отправкой или хотя бы сцедить его, чтобы к нему не примешались членики поверхностной пленки. Именно эти членики мутят вино и приводят в бочках с уксусным гнездом к образованию студенистых масс, мешающих правильному ходу производства. Получается, в некотором роде, избыток зародышей фермента. Не нужно, чтобы они находились во всей массе жидкости. Это одна из причин, которые заставляют в вашем производстве тщательно фильтровать употребляемое вино, которое часто бывает уже несколько попорченным».

«Это правда,— сказал мне фабрикант,— вино мутное, и мне стоило большого труда предварительно осветлить его. Впрочем, вот образец этого вина».

Он мне показал небольшую бутылку белого вина, которое было действительно мутным.

«Я покажу вам,— ответил я,— что это вино уже немного скисло, очень немного, так как запах еще не выдает этого».

Я осторожно выпарил в чашке несколько кубических сантиметров вина. По окончании выпаривания обнаружился резкий запах уксусной кислоты, чего никогда не случается с чистым вином.

«Рассмотрим теперь это вино под микроскопом — и мы признаем, что оно все наполнено члениками *mycoderma aceti*, которая и является причиной помутнения жидкости».

Я уже ранее научил этого фабриканта различать под микроскопом *mycoderma aceti*.

Результат оказался таким, как я предсказывал.

«Как могу я воспрепятствовать развитию этих студенообразных веществ?»

«Вы можете испробовать различные средства. Прогревая вино при температуре даже гораздо более низкой, нежели температура кипящей воды, вы разрушите жизнеспособность члеников микодермы. Фильтрация будет облегчена; кроме того, не надо будет опасаться развития члеников и, следовательно, развития студенообразного вещества. Другое, более дешевое средство состоит в прибавлении к вину небольшого количества таннина, а затем раствора желатины, чтобы произвести энергичное осветление, что повлечет за собой осаждение члеников *mycoderma aceti*. Одним словом, выбирайте тот способ, кото-

Если растение начинает развиваться в форме пленки, то для получения студенистой формы достаточно пленку разрушить при помощи встряхивания жидкости в течение нескольких мгновений. При этом известное количество члеников смачивается и остается на дне и внутри жидкости. Только в том случае студнеобразная форма не появляется, если пленка при очень быстром разрастании захватывает для себя весь кислород.

Поэтому не представляет труда, руководствуясь предыдущими указаниями, получить в течение нескольких дней студнеобразную микодерму в каких угодно больших количествах. Это особенно удается в том случае, если предусмотрительно воспользоваться слабым уксусом, гораздо более, нежели крепкий уксус, благоприятствующим появлению слизистой формы микодермы. В дальнейшем изложении я приведу соответствующие примеры.

Несмотря на то, что *mycoderma vini* способна развиваться в глубине сосудов в совершенно погруженном состоянии, она никогда не приобретает студнеобразной формы *mycoderma aceti*.

Сейчас я займусь изложением опытов, заставивших меня сделать заключение о том, что *mycoderma aceti* является не только по преимуществу, но *единственным возбудителем* процесса образования уксуса во всех брожениях промышленного характера *.

§ 2. Без микодермы нет образования уксуса

Мои опыты по уксуснокислому брожению чрезвычайно многочисленны. И я утверждаю, что ни при каких обстоятельствах в какой-либо жидкости, содержавшей наряду со спиртом так называемые белковые, экстрактивные или другие вещества, не происходило образования уксуса даже в ничтожной степени, пока не развилась мико-

---

рый вам подойдет, лишь бы в результате были удалены или погибли членики микодермы, повсюду распространенной в вине».

Этими подробностями я не только хотел показать одну из трудностей производства, но главным образом подтвердить практическим примером точность некоторых результатов этого мемуара и правильность изложенных в нем принципов.

дерма. Натуральное вино, вино, разбавленное водой или водой и уксусной кислотой, пиво, ячменная вытяжка со спиртом, не смешанная или смешанная с тем или иным количеством уксусной кислоты, вино из свекловичного сока, дрожжевая вода (из пивных дрожжей) со спиртом, вытяжка из коры различных деревьев, сброженный сок из плодов,— все эти жидкости при соприкосновении с воздухом никогда не закисают под действием прямого окисления. Но ни одна из них не лишена способности дать развитие очень быстрое, иногда за 24 часа, либо *mycoderma vini,* либо, чаще всего, смеси *mycoderma vini* и *mycoderma aceti*, либо же *чистой mycoderma aceti.* Эти растения обладают исключительной способностью фиксировать кислород воздуха, конденсировать его наподобие платиновой черни, вызывая в большей или меньшей степени сжигание находящихся в растворе веществ, именно — спирта и уксусной кислоты.

Это вовсе не означает, что только что перечисленные жидкости, будучи приведены в соприкосновение с воздухом, не подвергнутся никаким изменениям. Читатель может в этом убедиться из сообщения, напечатанного в «С. r. de l'Acad. sci.» (апрель 1863 г.) *. Я не подвергаю никакому сомнению возможность непосредственного изменения органических веществ, независимо от влияния размножения низших организмов. Но это прямое окисление совершается чрезмерно медленно и дает результаты, совершенно отличные от тех, какие наблюдаются при уксуснокислом брожении, вызываемом *mycoderma aceti.* Конечно, можно прийти к мысли, что подобно тому, как платиновая чернь, благодаря пористым частицам, конденсирующим газы и пары, действует на кислород и затем на спирт (при наличии последнего), так действуют твердые органические остатки, в том числе и азотистые вещества, имеющиеся в растворе и жадные к кислороду. Точно так же они могли бы играть роль посредников при окислении спирта и дать таким образом обоснование теоретическим воззрениям, высказанным Либихом. Но дело вовсе не в том, чтобы узнать, что происходило бы согласно той или иной гипотезе. Чтó происходит в действительности — вот что важно знать. И вот, в отсутствие микодермы мне никогда не удавалось обнаружить ни малейшего образования уксуса из сброженных спиртовых растворов.

Факт окисления при посредстве платиновой черни позволяет сделать много предположений. Но я не знаю ни одного примера, который доказывал бы, что из спирта сброженной жидкости образуется уксус под действием неорганизованного пористого тела *. Что касается природы этого организованного существа, то я считаю возможным доказать, что во всяком уксуснокислом брожении типа производственных брожений, будь то орлеанский способ или способ со стружками, везде процесс обусловлен наличием *mycoderma aceti*, *самопроизвольно* развившейся в сосудах.

В этих исследованиях, как и во всех исследованиях, касающихся процессов брожения, легко впасть в ошибку. Пивные дрожжи иногда применяются при получении уксуса из сброженного свекловичного сока. Во всяком случае их, говорят, необходимо вводить, чтобы начался процесс образования уксуса. Существуют определенные способы производства, рекомендованные разными авторами, когда пивные дрожжи применяются в качестве возбудителей брожения. С другой стороны, Фуркруа и Воклэн получили уксус из сахара с помощью вытяжек из пшеницы, клейковины и т. п. [15] Прямые опыты убедили меня в том, что все эти вещества являлись только источником питательных материалов (азотистых и фосфорнокислых) для истинного фермента, который постепенно развивается сам и оказывается не чем иным, как *mycoderma aceti*. Можно в течение многих лет держать пивные дрожжи в соприкосновении со сброженными жидкостями и

[15] В «Traité de chimie organique» Либиха читаем: «Можно в небольших количествах получить крепкий и приятный уксус, поставив на несколько недель в теплое место смесь следующего состава: 100 частей воды, 13 частей водки, 4 части меда и 1 часть неочищенного винного камня или 120 частей воды, 12 частей водки, 3 части не вполне рафинированного сахара, 1 часть неочищенного винного камня и $1^1/_2$ части дрожжей.

Для того чтобы изготовлять уксус в большом масштабе, пользуются пивным суслом, уже подвергшимся спиртовому брожению, выставив его в открытых сосудах с небольшим количеством дрожжей в отапливаемое помещение до тех пор, пока не закончится образование уксуса» (т. I, стр. 390).

Известно, что неочищенный винный камень всегда содержит значительное количество спиртовых дрожжей вина. Это, по-моему, вещество, которое дает питание ферменту в том случае, когда употребляют, как в первом рецепте, лишь неочищенный винный камень.

с воздухом, в ненаполненных сосудах и при этом не произойдет ни малейшего образования уксуса до тех пор, пока не появится *mycoderma aceti*. Я установил в этом отношении факты, достаточно достоверные и не вызывающие никаких сомнений.

Утверждение, что дрожжи являются возбудителями брожения в тех случаях, когда образование уксуса происходит после прибавления пивных дрожжей, ошибочно. Эта ошибка подобна той, которую допустили бы, если бы стали смешивать вещества, нужные для питания растения, с самим растением. Укажу еще, что в известных случаях, когда вино начинает давать уксус в неполных бутылках, пленка микодермы настолько тонка и трудно различима, что является мысль о наличии процесса образования уксуса, проходящего без участия микодермы. Достаточно малейшего сотрясения бутылки, чтобы совершенно разрушить этот тонкий налет, и трудно бывает обнаружить его снова в вине без помощи тщательного микроскопического исследования. Однако и в этих особых случаях образования уксуса в бутылках всегда легко обнаружить на горлышке, на уровне жидкости на стенках стекла сероватый ободок, образованный микодермой; этот ободок при встряхивании жидкости исчезает с трудом. Что же касается проникновения воздуха, то оно совершается через пробку.

§ 3. Характер действия *mycoderma aceti*

Первый опыт. В колбу (рис. 25) вместимостью в 2,862 л я, 2 марта 1862 г. в 2 часа дня, внес 101 см^3 жидкости, содержавшей 1,1 г кристаллической продажной уксусной кислоты, 3,4 см^3 абсолютного спирта и *дрожжевой воды* до объема в 101 см^3. Я уже сказал, что жидкость подобного состава чрезвычайно благоприятна для развития *mycoderma aceti*. Вслед за внесением жидкости в колбу я поместил на ее поверхность еле заметные следы этой микодермы *. Я уже объяснял, что подобную выемку и подобный перенос очень легко произвести с помощью стеклянной палочки, погружаемой в жидкость. Когда вынимают палочку, часть пленки к ней пристает, а при последующем погружении она отделяется и распределяется по поверхности. Именно это я и называю посевным материалом. Эта часть пленки

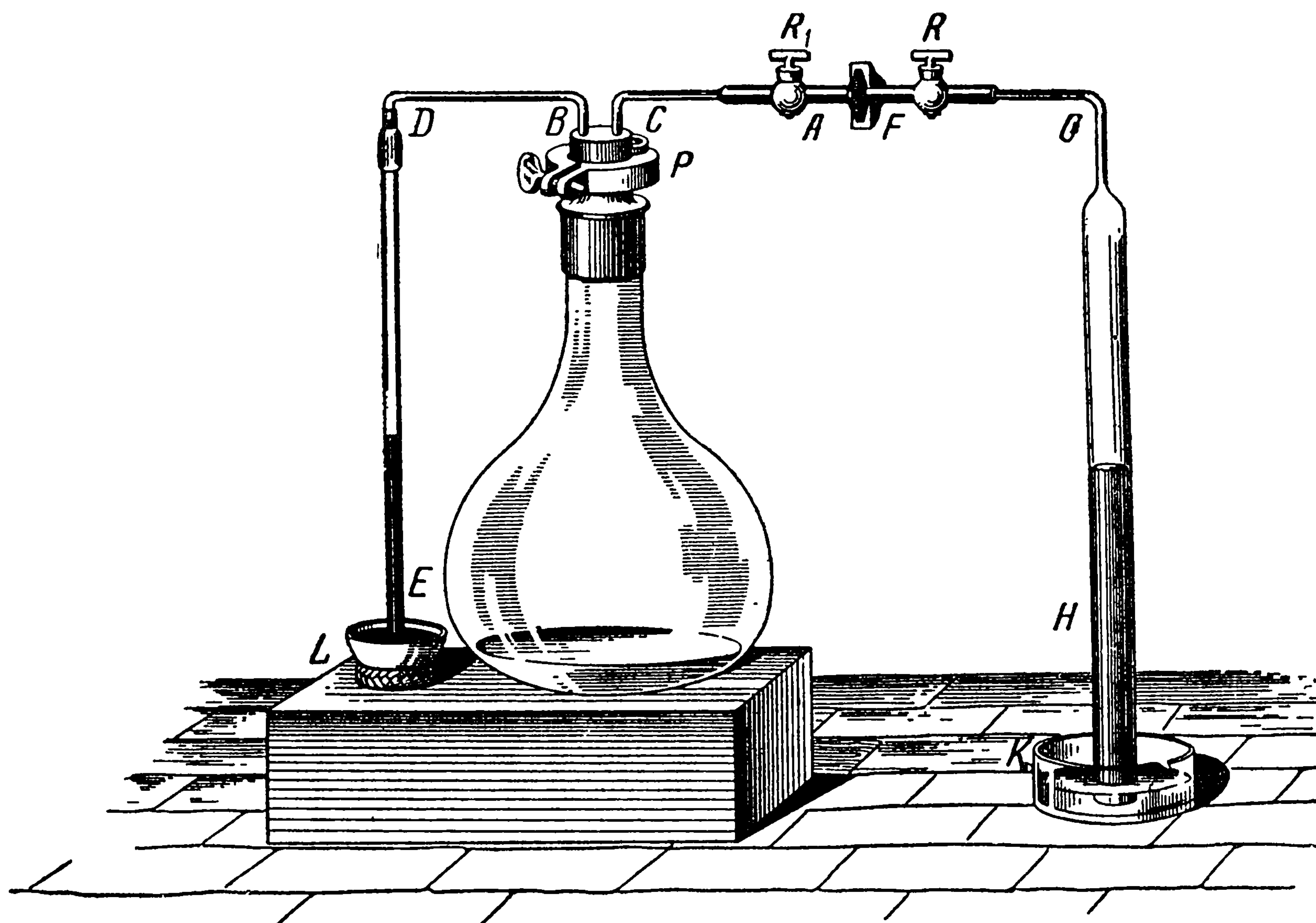


Рис. 25

действительно ведет себя наподобие настоящего семени [16]. Я указал, что жидкость и посевной материал были помещены в колбу 2 марта в 2 часа. Атмосферное давление при этом равнялось 744,6 мм. Тотчас

[16] Не бесполезно привести соответствующие доказательства. С одной стороны, если поверхность жидкости ничем не засевать, то может пройти довольно значительный, не всегда одинаковый промежуток времени, прежде чем станет заметно появление *mycoderma aceti*. В этом случае источником посевного материала является пыль воздуха, с которым жидкость находилась в соприкосновении, или пыль сосудов, в которых она содержалась. Эта пыль, смотря по обстоятельствам, содержит или не содержит зародыши микодермы или содержит их в более или менее жизнеспособном состоянии. Если она их не содержит, они не развиваются, и этим объясняется то, что часто подобная жидкость, налитая даже не доверху в бутылки, не закисает. При прибавлении посевного материала, если только он не оказывается мертвым, развитие всегда наступает, и при благоприятных температурах оно проявляется уже через 24 часа. Эффект действия посева доказывается еще тем, что когда в жидкость, о которой я говорю и которая также вполне пригодна для питания *mycoderma vini*, засевают эту последнюю, то собирают именно *mycoderma vini*, а не *myco-*

же, вслед за этим, металлическая оправа *ABC* с помощью зажима *P* была насажена на металлическую же оправу колбы. Стеклянная трубка *DE,* заделанная замазкой в *D,* погружена была в чашку *L,* наполненную ртутью. Что касается части *FGH,* то о ее назначении я скажу позже. Пока же она оставалась не присоединенной к установке *AB* (рис. 25).

3 марта вся поверхность жидкости в колбе покрылась красивой, очень тонкой, гладкой и слегка тусклой пленкой *mycoderma aceti.*

---

derma aceti. Однако я уже отметил, что встречаются случаи, когда, засевая *mycoderma vini*, собирают лишь *mycoderma aceti.* Это происходит потому, что в этих случаях жидкость, вероятно, сделали значительно более пригодной для развития *mycoderma aceti*, нежели для развития ее сородича. В этом случае прибавленный посевной материал чрезвычайно медленно развивается или даже, благодаря составу жидкости, увядает и недостаточно быстро распространяется на поверхности, чтобы помешать самопроизвольному развитию *mycoderma aceti*, т. е. развитию зародышей, находившихся в жидкости с самого начала. Этого результата достигли бы, например, если бы увеличили содержание уксусной кислоты в жидкости, не изменив или даже, наоборот, уменьшив содержание спирта. Это зависит исключительно от того обстоятельства, что *mycoderma aceti* лучше себя чувствует в жидкостях с уксусной кислотой, в то время как *mycoderma vini* лучше приспособляется к содержащим немного спирта слабокислым жидкостям. В крайнем случае она приспособляется к нейтральным жидкостям, но тогда ей угрожают инфузории, которые препятствуют ее развитию, забирая для себя весь кислород.

Если читатель поразмыслит над результатами этих и множества подобных наблюдений, он без труда убедится в изменчивости результатов всех этих исследований о брожении. Но в то же время он признает, что последовательными и разумными опытами можно раскрыть основную причину, определяющую изменчивость результатов, и пользоваться ею, как верным проводником, для того чтобы разобраться в этой кажущейся изменчивости. Она всегда является результатом особых условий, управляемых в их влиянии на ход явлений законами, постоянство которых несомненно.

Это также является причиной того, что при такого рода исследованиях нетрудно констатировать особые, отдельно стоящие факты, новые или кажущиеся таковыми — так они многочисленны и изменчивы. Но если не ищут связи с главнейшим явлением, если не устанавливают, существует ли такая связь или нет, то часто вместо того, чтобы осветить вопрос, его лишь больше затемняют. Я мог бы привести многочисленные примеры, взятые из недавно опубликованных работ.

С момента появления пленки можно было констатировать поглощение и связывание кислорода, обнаружившееся и отсчитывавшееся при данной постановке опыта по поднятию ртути в трубке *ED*.

Время	Поднятие ртути	Барометрическое давление	Температура
		3 марта	
12,35	11,6 см	738,5	25°
,05	12,2 »	738,5	25°
2,05	12,7 »	738,5	25°
5,15	12,9 »	738,5	25°
Полночь	13,6 »	738,5	25°
		4 марта	
9,00 утра	14,7 см	748,6	25°
4,00 вечера	14,7 »	748,6	25°
		5 марта	
9,00 утра	15,7 см	759,0	25°

Эта таблица показывает, что поглощение кислорода и, следовательно, окисление спирта с образованием уксусной кислоты, как это сразу же обнаруживается по учету образовавшейся уксусной кислоты, было значительным уже через 24 часа после посева. Спустя, примерно, 36 часов оно было полностью закончено, что будет подтверждено анализом газа в колбе. Это дает довольно точное представление о скорости, с которой протекает развитие растения и поглощение кислорода. Это поглощение, которому соответствовало 3 марта в полдень поднятие ртути на 6 мм в полчаса, хорошо заметное, следовательно, в промежутке нескольких минут даже невооруженному глазу, между 1 час. и 2 час. равнялось всего лишь 5 мм в час, а между 2 час. и 5 час.— только 2 мм в 3 часа. Совершенно очевидно к тому же, что это поднятие, вначале отсутствовавшее, вернее, оставшееся неощутимым до тех пор, пока не было пленки и был лишь один посевной материал, постепенно ускоряется и снова потом падает до

нуля, в зависимости от потребления кислорода и в соответствии с этим потреблением.

Анализ газа в колбе. Необходимо было изыскать такой метод, при котором в любой момент опыта, смотря по надобности, мог бы быть произведен анализ газа в колбе, и притом таким именно образом, чтобы колбу не потревожить, т. е. чтобы не разрушить пленки и не сдвинуть с места колбу. Этого легко добиться с помощью трубки *FGH*, представляющей собой не что иное, как часть эвдиометра Реньо. Наполнив такую трубку ртутью, подводят ее к колбе и присоединяют к крану *R* с помощью узкой муфты. Открывают кран R_1, затем кран *R*. Газ из колбы, благодаря силе упругости, тотчас же переходит в трубку *FGH*. Как только пробу газа считают достаточной для эвдиометрического анализа, кран закрывают. После этого отделяют трубку *FGH* от колбы и присоединяют ее к эвдиометру для анализа газа. Во время всех этих манипуляций колба не была потревожена. Чтобы избегнуть ошибки, обусловленной небольшими количествами газа, имевшимися в кранах, я помещал в отверстия кранов маленькие цилиндрики из стали. Они почти полностью заполняли краны и не препятствовали прохождению газа.

В соответствии с только что данными указаниями газ в колбе из предыдущего опыта был проанализирован 5 марта. Он имел следующий состав:

Углекислоты	1,17 г
Кислорода	0,00 »
Азота (по разности)	98,83 »
	100,00 г

Таким образом, исчез кислород, и появилось только очень небольшое количество углекислоты. Каково происхождение последней? Мне кажется несомненным, что его надо отнести за счет жизни растения, которое, подобно большинству низших организмов, поглощает кислород и выделяет углекислоту. Количество образовавшейся углекислоты хорошо соответствует количеству основных элементов, ассимилированных для питания микодермы, вес которой оказался чрезвычайно незначительным.

Я должен сейчас же заметить, что процесс горения, очагом которого является растение, может в некоторых случаях идти до превращения спирта в водяные пары и углекислоту. Таким образом, нельзя считать невозможным, что некоторая часть углекислоты была иного происхождения, нежели та, которая является результатом превращения основных элементов, использованных растением при жизни в процессе своего развития. Это мало вероятно для только что описанного опыта — так незначительно количество образовавшейся углекислоты.

Общая кислотность жидкости равнялась 5 марта 2,2 г уксусной кислоты; между тем, когда ею наполняли колбу, она содержала только 1,1 г этой кислоты. Если предположить, что кислород воздуха колбы потрачен на превращение спирта в уксусную кислоту, и если рассчитать общее количество уксусной кислоты, которое должно было образоваться за счет этого кислорода воздуха колбы, то количество уксусной кислоты должно быть больше разности между 2,2 г и 1,1 г. Это происходит потому, что часть кислорода используется на образование других веществ: нейтральных соединений, альдегида и т. д. Но уксусная кислота является преобладающим продуктом. Она, однако, не является единственной образующейся кислотой. У меня есть основания думать, что среди продуктов уксуснокислого брожения всегда имеется янтарная кислота [17] *.

---

[17] Вот средство убедиться в этом. Чтобы избежать трудностей, к которым в исследованиях янтарной кислоты, образованной путем уксуснокислого брожения, неизбежно привело бы наличие естественно содержащейся в вине, пиве, сидре и т. п. янтарной кислоты, следует приготовить уксус с помощью чистого спирта и фосфатов, без прибавления сырых сброженных жидкостей (см. § 4).

Полученный таким образом уксус выпаривается. Для этого опыта вполне достаточно 100 см³.

Остаток содержит различные экстрактивные вещества, которые я не изучал. Во всяком случае это обстоятельство показывает всю сложность этого простого на вид брожения. Уже давно мною было указано, что брожения представляют собою химические процессы столь же сложные, как явления жизни.

Если обработать остаток смесью спирта с эфиром и затем дать профильтрованной жидкости самопроизвольно выпариться, то уже на другой день

§ 4. Образование уксусной кислоты в отсутствие белковых веществ. Развитие *mycoderma aceti* в присутствии аммонийных солей и щелочных и щелочноземельных фосфатов.
Очевидные доказательства организованной природы фермента

Какова была роль основных элементов дрожжевой воды в опыте, изложенном в предыдущем параграфе? Можно доказать, хотя и косвенным путем, что эти элементы снабдили микодерму азотистым и минеральным питанием, необходимым для ее развития.

Если засеять невесомыми следами *mycoderma aceti* поверхность жидкости, не содержащей никакого другого азотистого соединения, кроме фосфорнокислого аммония, то растение не замедлит покрыть всю поверхность жидкости, заимствуя углерод из спирта или уксусной кислоты, азот — из аммиака, основные минеральные элементы — из фосфатов, причем происходит окисление спирта с образованием уксусной кислоты. Но растение в этом случае не бывает таким мощным, как в том случае, когда оно имеет в своем распоряжении белковые вещества. Пленка при этом оказывается менее прочной, более нежной, более сухой, хотя и обладает, если можно так выразиться, совершенной непрерывностью. Растение, кажется, содержит меньше жировых веществ, чем при обычных условиях. Так, при погружении стеклянной палочки в жидкость пленка рвется, но разорванные края при удалении палочки вновь не соединяются; этого вообще не бывает, если имеют дело с пленкой, образовавшейся при обычных условиях.

Я приготовил жидкость, содержавшую на литр, помимо дистиллированной воды, следующие вещества:

Кристаллической уксусной кислоты . . .	12,75 г
Абсолютного спирта	22,50 см³
Фосфорнокислого аммония	0,2 г
» магния	0,1 »
» калия	0,1 »
» кальция	0,1 »

Содержание этих солей может варьировать в довольно широких пределах.

на стенках сосудов замечают довольно значительное количество кристаллов янтарной кислоты.

9 апреля 1862 г. в 3 часа дня я внес 2 л этой жидкости в гуттаперчевую кювету (45 см ширины и 50 см длины) и засеял ее поверхность следами *mycoderma aceti.*

Рост растения не был заметен ни через день, ни через два дня. 12 апреля вся поверхность покрылась нежной, однородной, исключительно тонкой, сплошной пленкой. На стеклянной крышке, покрывавшей кювету, заметны были сгустившиеся водяные пары, указывавшие на поднятие температуры жидкости. Запах был уксусный с примесью чего-то приятного, свойственного эфирным соединениям.

12 апреля в 9 час. утра литр жидкости содержал 21,2 г уксусной кислоты, вместо имевшихся вначале 12,75 г; в полдень имелось уже 24,1 г. Таким образом, за три часа образовалось 2,9 г кислоты на 1 л, или 5,8 г на 2 л. Это составляет 46, 4 г уксусной кислоты за 24 часа.

12 апреля в полдень я прибавил 70 см^3 90° спирта. Прибавление спирта должно производиться с осторожностью. Если в сосуд, в котором идет процесс образования уксусной кислоты, прибавить спирт высокой крепости без особых предосторожностей, то спирт, как более легкий, распределяется на поверхности жидкости и убивает иногда моментально пленку. Необходимо извлечь часть жидкости из сосуда с помощью сифона таким образом, чтобы не разрушить пленку. Это легко сделать при условии, если сифон погружен до дна сосуда. Тогда пленка, не разрушаясь, опускается вниз по мере вытекания жидкости. Спирт смешивается с извлеченной из сосуда жидкостью, после чего эта смесь медленно вводится обратно с помощью воронки. Пленка снова поднимается, не разрываясь.

Прибавление 70 см^3 90° спирта несколько замедлило процесс образования уксуса, который накануне вечером был интенсивным. Пленка продолжала развиваться. 13 апреля она вся оказалась складчатой. С 12 по 13 апреля образовалось 40 г уксусной кислоты. Обнаружив 13 апреля значительное скопление сгустившихся водяных паров и запах, указывавший на энергичное образование уксуса, я опять ввел 30 см^3 90° спирта. 15 апреля в 8 час. утра в кювете имелось 126,8 г уксусной кислоты и 2,020 л жидкости; таким образом, вследствие испарения улетучилось 80 см^3. Так как с 14 по 15 апреля образовалось всего лишь несколько граммов уксусной кислоты, я счел процесс

законченным и потому прервал опыт. Весовое количество уксусной кислоты, соответствующее израсходованному спирту, сложенное с тем количеством кристаллической уксусной кислоты, которое было растворено в жидкости вначале, составляет вместе 165 г *. Разность между этим количеством и 126,8 г равняется 38,2 г. Это равносильно потере в 23,2%, что объясняется как испарением, так и отклонением от химического процесса, выражаемого уравнением $C_4H_6O_2 + 4O = 2\ HO + C_4H_4O_4$ **. Это уравнение никогда полностью не подтверждается, ибо сжигание спирта совершается гораздо более сложным путем, нежели это указывается уравнением. В результате этого, помимо уксусной кислоты, образуются еще и другие кислые и нейтральные продукты брожения ***. По этой же причине запах в сосуде с уксуснокислым брожением всегда бывает несколько смешанный, хотя в нем и преобладает запах уксусной кислоты. Я приведу примеры даже таких процессов горения, при которых весь спирт превращается в удушливые соединения, вызывающие слезотечение, аналогично тому, как это бывает в определенных условиях при сгорании спирта и эфира, например, в общеизвестном опыте с действием накаленной добела платиновой спирали.

Итак, предыдущий опыт совершенно точно доказывает, что *mycoderma aceti* способна развиваться, не имея в своем распоряжении никаких других источников углеродистого питания, кроме спирта и уксусной кислоты, и никаких других источников азотистого и минерального питания, кроме фосфорнокислого аммония и кристаллических фосфатов. Отсюда следует, что белковые вещества во всех случаях промышленного уксуснокислого брожения отнюдь не являются ферментом уксуснокислого брожения, а служат только питательным материалом для фермента. Известно, что белковые вещества всегда связаны с фосфатами ****. Все это говорит против старой теории брожения [18].

---

[18] Предыдущие факты более чем достаточно доказывают, что утверждение Шапталя, приведенное в примечании на стр. 222, преувеличено. Вино, очищенное наилучшим образом, не лишено всех экстрактивных веществ, и могло ли бы оно быть таковым, если бы содержало еще фосфаты и щелочные и щелочноземельные соли? Таким образом, оно всегда может служить для развития

§ 5. Метод буковых стружек

Получивший большое распространение за последние двадцать лет во Франции и Германии метод получения уксуса при помощи буковых стружек странным образом содействовал распространению ошибок, против которых я борюсь в этом мемуаре. Как известно, этот способ состоит в том, что спирт, разбавленный водой до концентрации не более 8—12° по спиртомеру, с примесью нескольких тысячных уксусной кислоты, заставляют медленно протекать по бочкам, наполненным буковыми стружками. Стружки либо лежат в беспорядке, либо скручены, наподобие часовых пружин, и расположены слоями. Отверстия, обычно имеющиеся в стенке бочки и в двойном дне, на котором лежат стружки, дают доступ воздуху, который, как это происходит в камине, поднимается в бочку и уступает свой кислород или часть его спирту, превращая последний в уксусную кислоту.

Стружки, говорят, действуют, как пористое тело, наподобие платиновой черни. Эта точка зрения кажется тем более правильной, что на различных фабриках употребляется спирт первой перегонки (флегма), иными словами, спирт, полученный путем перегонки и не содержащий белковых веществ. Что же касается тех веществ, которые могли бы перейти в жидкость из самих стружек, то их участие в процессе сводится, по-видимому, к нулю, так как действие стружек длится, так сказать, неопределенно долго. Лишь в самом начале процесса могло сказаться прямое действие некоторых растворимых веществ стружек. Но это только случайность.

Во всяком случае, не надо забывать, что большинство авторов единогласно советует при пуске производства прибавлять 1—2-тысячных пивных дрожжей, обыкновенного уксуса или пивного сусла.

Я докажу сейчас, что стружки играют в производстве лишь пассивную роль. Они дают возможность распылять жидкость и служат носителем фермента, которым и здесь является *mycoderma aceti* в ее слизистой форме. Однако я не скрываю, что видимость совер-

---

mycoderma aceti. Только чем больше оно очищено от экстрактивных элементов, тем меньше оно может быть пригодным для питания микодерм, особенно *mycoderma vini*.

шенно противоречит этому мнению. Действительно, перенесемся на завод, работающий по немецкому способу, и подвергнем осмотру стружки из бочки, работающей в течение нескольких месяцев или даже лет, и мы пайдем их на вид совершенно чистыми. Можно сказать, что они только что были чрезвычайно тщательно вымыты. Но стоит поскоблить их лезвием ножа и исследовать соскобленное под микроскопом, как сразу станет ясным, что изрядное количество стружек на своей поверхности, по крайней мере местами, покрыто едва видным слоем *mycoderma aceti,* которая иногда возвышается в виде тонкой пленки. Но много стружек даже в бочках, работающих очень хорошо, не покрыто микодермой. Я думаю, что стружки совершенно бесполезны; они имеют значение разве только для распыления жидкости. Значительную разницу, которую отмечают в активности работы бочек на разных заводах или даже соседних бочек на одном и том же заводе, я объясняю более или менее неравномерным развитием или отсутствием развития растения на поверхности стружек.

Выгода употребления буковых стружек, по-моему, так мало зависит от их собственной природы, что я не сомневаюсь, что их можно заменить самыми различными веществами, хотя бы осколками стекла и фарфора, при одном непременном условии, чтобы вещества, которыми пользуются, были способны удерживать на своей поверхности прилипшую *mycoderma aceti.* Возможно, что стекло и фарфор не отвечают этому требованию. Я указываю на эти вещества лишь для того, чтобы лучше выразить свою мысль и показать, как мало доверия я питаю к идеям, принятым химиками и фабрикантами.

Тем не менее, не следует думать, что надо устраивать так, чтобы растение достигало возможно полного развития.

Я имел в своем распоряжении стружки, в течение нескольких лет находившиеся в амбаре без употребления, так как они оказались непригодными для работы. Фабрикант не знал, чему приписать плохое качество этих стружек. Размочив их в течение нескольких часов в воде, я увидел, что они все покрыты с обеих сторон жирным на ощупь * налетом, в котором я узнал *mycoderma aceti.*

На другом заводе пришлось опорожнить бочки, потому что образование уксуса остановилось. При этом была найдена, главным

образом в нижней части бочек, студнеобразная масса, оказавшаяся не чем иным, как уксусным гнездом.

Факты, которые я только что рассмотрел, не могли тогда осветить истинную причину этих явлений. С одной стороны, когда работа завода шла правильно, на поверхности стружек не замечали микодермы. С другой — встречались редкие случаи, когда можно было установить, что случайно сильно развившееся уксусное гнездо препятствовало образованию уксуса.

Сейчас, лучше осведомленные об истинной теории этого процесса, мы можем заключить, что растение не должно достигать слишком сильного развития. Несомненно, если оно размножается настолько, что закрывает проход воздуха в скважины стружек, брожение неизбежно останавливается. Не заходя так далеко, слишком большое обилие микодермы на поверхности стружек может сделать процесс образования уксуса настолько активным, что станут значительными потери спирта или что развившаяся высокая температура убьет растение. В нормальных условиях потери спирта уже довольно велики, часто от 30 до 40%. Именно в этом и заключаются трудности этого способа производства, которых следует избегать.

Но я спешу доказать экспериментально главную сущность излагаемой теории, а именно: стружки приносят пользу лишь тогда, когда их поверхность покрыта *mycoderma aceti.*

С этой целью я поместил в термостат при температуре 28—30° наполненную заводскими стружками цилиндрическую стеклянную трубку, диаметром 5—6 см и длиною приблизительно в 1 м (рис. 26). В пробке, помещенной в верхнем конце, как указано на рисунке, укреплена пипетка, с которой очень медленно, капля за каплей, стекает смесь спирта и уксусной кислоты определенного титра. На пробке обычно делается продольный желобок для выхода воздуха, который входит через трубочку, укрепленную в пробке на нижнем конце большой трубки со стружками. Конец маленькой трубочки, которая дает доступ воздуху и через которую стекает испытуемая жидкость, срезан косо для того, чтобы всегда готовая упасть капля жидкости не препятствовала движению воздуха.

Эта установка позволяет получить сколь угодно медленное стекание жидкости. Она воспроизводит достаточно хорошо все условия работы на заводе. Для того чтобы исследовать вопрос, могут ли стружки сами по себе превращать спирт в уксус при температуре 30°, достаточно сравнить титр кислоты верхней жидкости с титром нижней.

Именно опытами такого рода я установил, что, лишенные *mycoderma aceti*, стружки могут в течение нескольких дней получать слегка подкисленный уксусной кислотой спирт, не давая ни малейшего повышения титра кислоты. Наоборот, он оказывается несколько меньшим в нижней части, вследствие испарения под влиянием тока воздуха. Содержащие спирт и уксусную кислоту жидкости, смешанные с фосфатами или содержащие в растворе белковые вещества, ведут себя точно так же до тех пор, пока на стружках не зарождается *самопроизвольно* * растение, а оно часто появляется лишь спустя несколько дней. Но если обмакнуть стружки в жидкость, в которой имеется *mycoderma aceti* в виде слизи, чтобы частицы последней прилипли к стружкам, когда их будут вытаскивать обратно из жидкости, и уже потом давать стекать по этим стружкам спиртовой жидкости, то образование уксуса обнаружится тотчас же и будет продолжаться в течение нескольких дней даже после того, как белковую или фосфатную жидкость заменят чистым спиртом, разбавленным чистой дистиллированной водой. Этот последний факт достоин внимания, так как он доказывает, что, даже лишившись

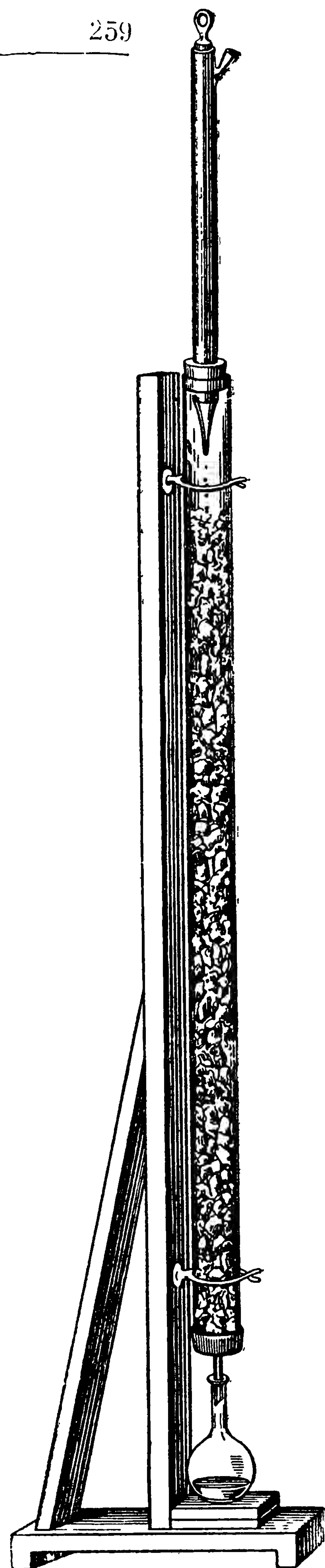


Рис. 26

подходящего для своего развития питания, растение лишь через некоторое время теряет ту структуру, которая дает ему способность образовывать уксус.

Я подтвердил эти результаты опытами, которые мне кажутся столь же убедительными, как и предыдущие. Натягивая по длинной оси цилиндрической стеклянной трубки веревку и давая стекать по ней спирту с очень низким титром, я никогда не мог обнаружить образования уксуса из спирта. Но стоит смочить веревку жидкостью, в которой идет образование уксуса и которая покрыта *mycoderma aceti,* как при вытягивании веревки частично пристанет микодерма, и мы получим образование уксуса, начинающееся сразу после того, как по веревке начинает стекать спиртовая жидкость. Если состав жидкости таков, что не дает возможности растению развиваться на веревке, то образование уксуса продолжается в течение некоторого времени до тех пор, пока растение не умирает, вернее, пока оно не теряет структуры, того способа соединения своих частей, который дает ему способность фиксировать кислород воздуха. Но если спиртовая жидкость содержит азотистые вещества и фосфаты, растение на веревке размножается, и его химическое действие может продолжаться очень долго.

Эти опыты, мне кажется, доказывают, что для того чтобы образование уксуса было возможно, абсолютно необходимо наличие *mycoderma aceti* на поверхности стружек. А это в значительной мере уясняет способ производства уксусной кислоты при помощи стружек, производства, которое и теперь остается еще очень капризным.

Я склонен считать, что производство идет лучше всего, когда развитие микодермы настолько слабо, что стружки на ощупь не кажутся покрытыми ею. Опасность заключается в том, что их будет слишком мало и что бóльшая часть стружек не будет действовать. Во всяком случае вероятно, что, выбирая размеры бочек, следует придерживаться известных пределов, так как, если начнут работать все стружки, действие окажется слишком энергичным. Как надо поступать, чтобы микодерма сохранялась в подходящих соотношениях? Я думаю, что в этом отношении фабрикант должен обратить все свое

внимание на состав жидкостей, которые он хочет превратить в уксус, иными словами, на более или менее подходящее количество и качество веществ, могущих служить питанием для размножающегося растения. Если пользуются пивным суслом, вином, ячменным соком или осахаренным и сброженным зерном, то создаются благоприятные условия для быстрого и легкого развития растения. Работа будет трудной, потому что растение сразу начнет чрезмерно развиваться и дело, возможно, дойдет до частичного сжигания уксусной кислоты. Наоборот, с флегмой без примеси азотистых и минеральных веществ образование уксуса скоро станет невозможным. Оно даже не начнется, если с самого начала пользовались подобной жидкостью.

Именно между этими крайностями надо держаться. В жидкости всегда должно находиться небольшое количество белковых веществ, служащих растению питанием, или, по крайней мере, аммонийная соль, щелочные и щелочноземельные фосфаты. Если, как я слышал, существуют фабрики, на которых в качестве питания для чанов используют лишь флегму, разведенную водой, то я не сомневаюсь, что растение находит себе питание в аммонийных солях, фосфатах и, возможно, в органических веществах обыкновенной воды, которую фабрикант поневоле прибавляет к флегме, чтобы снизить ее титр и довести его до величины, необходимой для образования уксуса. Я склонен также верить, что прибавление фосфатов в этом случае сослужило бы большую службу.

Я признаю все же, не колеблясь, что приведенные соображения должны быть подвергнуты экспериментальной проверке. Я сделал бы это, если бы мог располагать на заводе бочками, дающими уксус, и подвергать их различным опытам. Это легкая работа, которую без труда могут предпринять интеллигентные промышленники, как только они освоятся с основными идеями, которые я излагаю в этом мемуаре. Дело идет об интересах их промышленности. Мне кажется, что уже сейчас можно достичь в этом способе производства с буковыми стружками своего рода совершенства.

§ 6. Сжигание уксусной кислоты *mycoderma aceti*

Уже давно известно,— об этом говорит еще в своих писаниях Ван Гельмонт *,— уксус, предоставленный самому себе, в конце концов совершенно разрушается. Но у старых авторов нельзя найти ничего более определенного, чем то, что писал знаменитый Шееле. Вот замечания, которые он нам оставил о способах сохранения уксуса.

«Общеизвестно, что уксус не может долго сохраняться; что по истечении нескольких недель, особенно в летнюю жару, он портится, что он делается мутным и покрывается на поверхности плотной слизью; от этого его кислотность все больше ослабевает и, наконец, исчезает совершенно, так что его приходится выбрасывать.

«До настоящего времени имеются четыре известных способа сохранения уксуса.

«Первый состоит в приготовлении весьма кислого уксуса. Таким образом он, действительно, сохраняется в течение нескольких лет. Но так как лиц, лично приготовляющих для себя уксус, весьма немного и большинство пользуется тем, который находят в продаже, этот метод может быть полезен лишь очень малому числу людей.

«Второй способ состоит в концентрировании уксуса посредством замораживания. В ледяной корке делают отверстие и в бутылки наливают то, что не замерзло. Эта операция очень надежна, но при этом теряется, по меньшей мере, половина уксуса, хотя та часть, которая образует корку льда, состоит почти целиком из воды. Бережливые люди неохотно будут пользоваться этим способом.

«Третий способ состоит в предохранении уксуса от всякого воздействия воздуха; другими словами, его держат в хорошо закупоренных и всегда полных бутылках или склянках. Уксус таким образом сохраняется очень долго. Однако этот способ мало употребляют, без сомнения, потому, что было бы необходимо, как только употреблено некоторое количество уксуса, доливать бутылку сразу же таким же прозрачным уксусом из другой бутылки, а в этой последней, остающейся наполовину пустой и наполняющейся воздухом, уксус делался бы мутным и портился бы.

«Четвертым способом для сохранения уксуса является его перегонка. Он сохраняется тогда несколько лет, и ни воздух, ни жара не причиняют ему никакого ущерба, но так как этот способ более дорог, то нет вероятности, чтобы его приняли, особенно после того, как станет известен следующий наиболее легкий из всех способов.

«Достаточно налить уксус в хорошо вылуженный котел и кипятить его четверть минуты на сильном огне, а затем осторожно наполнить им бутылки. Если думают, что полуда вредна для здоровья, то можно влить уксус в несколько бутылок и поместить их в полный воды котел на огонь. Когда вода немного покипит, бутылки вынимают.

«Сваренный таким образом уксус сохраняется в течение нескольких лет, не мутнея и не портясь, так же хорошо на воздухе, как в наполовину наполненных бутылках. Он с успехом мог бы заменить у аптекарей обыкновенный уксус, служащий для приготовления сложных уксусов, которые быстро мутнеют и теряют, следовательно, свою кислотность, если они только не приготовлены из уксуса дистиллированного» [19].

Было бы трудно представить более верные замечания по вопросу о сохранении уксуса. Но какова причина исчезновения уксусной кислоты в уксусе, находящемся в соприкосновении с воздухом?

Я сейчас докажу, что если уксус теряет свою крепость, то это происходит только вследствие медленно идущего процесса горения, вызываемого *mycoderma aceti*. Последняя, завершив превращение спирта в уксусную кислоту, начинает переносить кислород воздуха уже на самую эту кислоту и разрушает ее полностью, доводя до воды и углекислоты.

8 ноября 1861 г. я поместил в большую стеклянную колбу, емкостью в 4 700 л, 150 см^3 жидкости следующего состава:

Воды, содержащей в растворе 5 г кристаллической уксусной кислоты	50 см^3
Дрожжевой воды	50 »
Чистой воды	50 »

[19] Scheele. Mémoires de chimie. Dijon et Paris, 1785, in-12°. (Seconde partie. XIX, Remarques sur la maniére de conserver le vinaigre (tirées des Mémoires de l'Académie royale des sciences de Stockholm, année 1782), p. 137—140).

На поверхность этой жидкости я засеял почти незаметные следы слизистой *mycoderma aceti*. В течение следующих дней рост был медленный и маломощный. Пленка разъединялась при малейшем сотрясении. 20 ноября я исследовал газ колбы. Он содержал 19,8% углекислоты, и в нем не было ни малейших следов кислорода. Кислорода оказалось поглощенным 1,306 г, и содержание уксусной кислоты в жидкости уменьшилось в совершенно точном соответствии с количеством поглощенного кислорода и образовавшейся углекислоты. Пленка, состоявшая исключительно из *mycoderma aceti*, весила после высушивания 10 мг.

Этот опыт доказывает две вещи: 1) *mycoderma aceti* способна жить и размножаться в уксусе, совершенно лишенном спирта; 2) *mycoderma aceti* способна присоединять кислород воздуха к уксусной кислоте и превращать ее в углекислоту.

К такому же результату приводит и следующий опыт, сверх того доказывающий, что *mycoderma aceti*, закончив сжигание уксусной кислоты, способна снова воздействовать на спирт, превращая его в уксусную кислоту.

26 декабря 1861 г. я поместил в колбу, емкостью 2,322 л, 150 см³ следующей жидкости:

Дрожжевой воды	50 см³
Воды, содержавшей в растворе 0,885 г чистой уксусной кислоты . . .	10 »

Эту жидкость я засеял следами слизистой *mycoderma aceti*. Температура термостата в среднем равнялась 25°. 27-го не было еще никаких заметных признаков роста. 28-го по всей поверхности появились студнеобразные пятна. 29-го рост был еще сильнее [20].

29-го я проанализировал газ. Он уже содержал 17,15% углекислоты и только 3,49% кислорода. 30-го кислорода вовсе не оказалось, а количество уксусной кислоты снизилось до 0,328 г. Таким образом, больше 0,5 г уксусной кислоты было сожжено.

---

[20] На этом примере видно, что слизистая форма растения довольно легко развивается в жидкости, содержащей уксус, даже если она лишена спирта.

Я обновил воздух в колбе и прибавил к жидкости 2 $см^3$ абсолютного спирта, предварительно смешанного с 10 $см^3$ жидкости, извлеченной из колбы с помощью сифона без нарушения целости пленки. Я уже отмечал, что спирт, поднимаясь в силу своего удельного веса на поверхность жидкости, убивает пленку. Поэтому необходимо его разбавить, прежде чем влить в жидкость.

5 января я вновь проверил кислотность жидкости в колбе и нашел в ней, вместо 0,328 г кислоты, 1,740 г, т. е. вдвое больше того количества, которое в ней имелось в самом начале, до первого процесса сжигания.

Итак, *mycoderma aceti* обладает способностью присоединять кислород воздуха к спирту, превращая его в уксусную кислоту. Пока имеется спирт, уксусная кислота не подвергается нацело сжиганию. Но как только спирт в жидкости исчезает, кислород присоединяется к уксусной кислоте и превращает ее в воду и углекислоту. Если же в жидкость снова вводят спирт, то процесс изменяется: кислота остается нетронутой, и спирт снова превращается в уксусную кислоту.

Эти факты заслуживают черзвычайно большого внимания. Они открывают перед нами любопытное зрелище — маленьких организмов, присоединяющих кислород воздуха то к одному соединению (спирту), то к другому (уксусной кислоте), то исключительно ко второму из них, когда первый отсутствует, то исключительно к первому, хотя бы имелся в наличии и второй.

Можно ли отыскать процесс сжигания, более близкий дыханию, также вызываемому маленькими организмами — кровяными шариками? В этом последнем случае мы также наблюдаем, как одно какое-либо исходное соединение нацело сжигается и доводится до состояния воды и угольной кислоты, в то время как другое задерживается на стадии промежуточного сжигания, например, в случае мочевины и мочевой кислоты *.

Но сравнение может идти дальше. При некоторых условиях кровяные шарики становятся больными, и материалы, участвующие в обмене веществ, не могут больше сжигаться обычным путем. В результате образуются различные продукты выделения, влекущие за собою более или менее тяжелые расстройства; в полной аналогии

с этим мы наблюдаем, как в некоторых случаях наши маленькие микодермальные организмы изменяются так глубоко, что становятся больше неспособными проводить сжигание спирта до стадии уксусной кислоты. Какие серьезные и зачастую опасные сдвиги в обмене веществ должны произойти, если изменениям подобного рода подвергаются кровяные шарики? Во многих болезнях от этих сдвигов должно происходить все зло.

§ 7. Самопроизвольные изменения в строении *mycoderma aceti*. Спирт может исчезать, не будучи предварительно превращен в уксусную кислоту

Известно, что при окислении спирта или эфира платиновой черныю или раскаленной добела платиновой нитью, помещенной в пары этих жидкостей, получаются продукты с удушающим запахом, вызывающие весьма сильное слезотечение. Эти продукты еще мало изучены Но вот поистине любопытное явление! *Mycoderma aceti* также может образовывать эти продукты. В процессе исследования я имел много таких примеров. Они всегда совпадали с глубоким изменением пленки микодермы, которая не принимала, казалось, более пищи и заметно теряла свою обычную консистенцию. Вместо того чтобы оставаться, как обычно, несколько просвечивающей, она делалась мутной, беловатой, тусклой и, отделяясь лоскутьями от краев сосуда, готова была опуститься в жидкость. По желанию, так сказать, можно вызвать такие изменения в пленке и в способе ее воздействия на спирт. Обычно эти изменения проявляются как следствие прибавления спирта к жидкости, уже превращающейся в уксус, особенно, когда не позаботились развести спирт, прежде чем вводить его в сосуды.

Я приведу пример этих ненормальных и своеобразных случаев сгорания спирта. Вернемся к опыту, изложенному на стр. 247—252 7 марта я прилил к жидкости, находящейся в склянке, 1,6 см^3 абсолютного спирта, разведенного до 15° в 40 или 50 см^3 опытной жидкости. Затем, вдувая новый воздух, я обновил газ в склянке. Эта операция была проведена в 1 час 40 мин. Вот высота ртути в манометрической трубке, которая показывает интенсивность поглощения кислорода.

Время	Высота уровня ртути (в см)
7 марта	
3 час. 40 мин.	0,6
5 час. 40 мин.	2,2
7 час. 40 мин.	2,7
10 час. 40 мин.	3,2
8 марта	
8 час. 00 мин. утра	5,3
4 час. 00 мин. вечера	5,6
8 час. 00 мин. »	6,2
9 марта	
8 час. 00 мин. утра	7,5
11 час. 00 мин. »	7,6
10 марта	
8 час. 00 мин. утра	8,4
11 марта	
12 час. 00 мин. дня	8,4

Из этих результатов видно, что после прибавления спирта, в продолжение двух первых часов поглощение кислорода шло довольно быстро, затем интенсивность и быстрота его уменьшились и в последующие дни продолжали все больше и больше падать. За все это время, с 7-го по 11-е, не было заметно никакого развития пленки. 11-го я открыл склянку. Содержавшийся в ней газ имел удушливый запах, вызывающий слезотечение. Что касается общего количества кислоты, содержавшейся в жидкости, я определил его равным 2,46 г вместо первоначальных 2,2 г, как указано на стр. 252. Иными словами, количество образовавшейся уксусной кислоты ни в коей мере не соответствовало количеству связанного кислорода, показанного подъемом столбика ртути. Поглощенный кислород был, таким образом употреблен для совершенно иных целей, нежели образование уксусной кислоты, а именно для образования альдегидов с удушливым запахом.

11 марта, желая узнать, была ли пленка мертвой и совершенно не способной влиять на кислород и спирт, я обновил в склянке воздух и добавил под пленку 100 см^3 дрожжевой воды, содержавшей в растворе 3 см^3 90° спирта. Никакого сгорания не обнаружилось. Исследованная под микроскопом пленка оказалась состоящей из четковидно расположенных члеников *mycoderma aceti,* но членики казались измененными и вялыми; здесь и там видны были особого рода жировые шарики, которые я часто находил в подобных случаях.

Прибавление к спиртовой жидкости, превращающейся в уксус, других веществ, кроме этилового спирта, часто приводило к такого

же рода изменению *mycoderma aceti*; так было, например, когда я прибавлял к жидкости малые количества древесного спирта. Пленка умирает, и удушливые продукты образуются в течение нескольких дней, когда растение, прежде чем погибнуть окончательно, как бы некоторым образом болеет.

Выражения, которыми я сейчас пользуюсь для характеристики состояния пленки микодермы, вовсе не обозначают, что я приписываю ей физиологическое действие. Я думаю, что ее функция переноса кислорода воздуха на спирт, уксусную кислоту и т. д. связана со свойственным ей строением и что именно это строение может изменяться под влиянием тех или других особенных и исключительных обстоятельств.

§ 8. Погруженная *mycoderma aceti* не образует уксуса, даже если она продолжает жить и размножаться

Мы установили, что легко следить за ходом образования уксуса, производя опыты в закрытых сосудах таким образом, чтобы иметь возможность в каждый момент по уменьшению давления воздуха, заключенного в сосудах, вычислить поглощение кислорода.

Рассмотрим теперь опыт, подобный описанному на стр. 247—252. Пленка образовалась, она фиксирует кислород, и ртуть в манометрической трубке постепенно поднимается. Потрясите теперь слегка сосуд, чтобы отделить и погрузить пленку. Образование уксуса, показанное подъемом ртути, сразу же остановится, и если пленка в течение следующих дней оправится, что происходит почти неизбежно, то образование уксуса вновь начнется с того момента, как растение начнет покрывать поверхность жидкости.

Два обстоятельства соединились в этом случае, чтобы помешать дальнейшей работе растения в указанных условиях. Его физическое строение меняется потому, что оно внезапно покрывается жидкостью. Кроме того, в его распоряжении лишь весьма малое количество кислорода, растворенного в жидкости. Весьма вероятно даже, что это малое количество кислорода употребляется исключительно для дальнейшего развития микодермы, которая, хотя и погруженная, продол-

жает жить, как я уже имел случай говорить, касаясь слизистого состояния *mycoderma aceti*.

Я выберу из опытов, поставленных мной для уяснения этого вопроса, пример, который одновременно сможет показать и возможность развития растения внутри жидкости, и отсутствие в этих условиях образования уксуса. Этот пример докажет также, что микодерма, хотя бы и в состоянии слизи, обусловливает образование уксуса, если только она находится на поверхности жидкости в соприкосновении с атмосферным воздухом.

15 марта 1862 г. я поместил при температуре 24—25° в комнату-термостат гуттаперчевый чан, покрытый стеклянной пластиной и содержавший 2 л жидкости следующего состава:

Старого уксуса — 400 см^3
90° спирта — 70 »
Дополнено до 1 л дрожжевой водой (из пивных дрожжей)

Эта дрожжевая вода содержала 0,003 весовых частей твердых веществ, извлеченных из дрожжей. 400 см^3 уксуса содержали многочисленные членики *mycoderma aceti*, которые должны были служить посевным материалом.

17 марта в полдень — нет пленки, нет образования уксуса. Титр кислоты жидкости тот же, что вначале,— 1,09 г на 100 г кислоты.

18 марта — дно чана покрыто слизистой пленкой, образующей нечто вроде сплошной, хотя и тонкой, кожицы. Опуская на дно чана стеклянную или, лучше, деревянную слегка шероховатую палочку, приподнимают эту перепонку. На поверхности жидкости совершенно нет пленки, но все же здесь и там можно заметить просвечивающие капли, которые можно извлечь в виде студнеобразных капелек. Я измеряю кислотность жидкости. Она соответствует 1,11% уксусной кислоты.

19-го — то же состояние развития растения внутри жидкости и слизистых ядрышек на поверхности. Титр кислоты 1,25%.

20-го — поверхностные слизистые пятна более многочисленны и повсюду примыкают друг к другу, образуя студнеобразную, пропускающую свет и еще не плотную кожицу. Титр кислоты 1,59%.

21-го — начало образования на поверхности обыкновенной пленки, мало-помалу увеличивающейся в течение 21-го и 22-го. 22-го титр кислоты равняется 4,4%. Образование уксуса закончено.

Этот пример нам показывает, что, когда растение погружено, образование уксуса, так сказать, равно нулю, хотя бы растение еще находилось в состоянии быстрого развития. Он нам показывает также, что растение и в слизистом состоянии образует уксус, хотя значительно менее активно, чем в состоянии поверхностной пленки, кожистой и сухой или слегка влажной и жирной на вид. Именно это последнее физическое состояние растения кажется наиболее подходящим для быстрого образования уксуса с наименьшими потерями. В предшествующем примере потери почти равнялись нулю.

После всего, что я только что сообщил, легко предвидеть, что погруженное и мертвое растение не может вызвать ни малейшего образования уксуса. Я сохранял довольно долго в слабокислых спиртовых жидкостях в соприкосновении с воздухом *mycoderma aceti* в виде студнеобразных перепонок без того, чтобы имела место фиксация кислорода. Часто, правда, когда такие опыты продолжаются долго, начинается образование уксуса, но неизменно в таких случаях на поверхности жидкости можно найти более или менее распространившуюся пленку, образовавшуюся за счет растворимых элементов, доставленных растением. Эти растворимые вещества мало-помалу распространяются в жидкости и превращают ее в пригодный для *самопроизвольного* развития микодермы раствор. Нередко даже можно видеть преимущественное образование при этих обстоятельствах *mycoderma vini*.

И если растворить сахар в этой жидкости, то может начаться молочнокислое или спиртовое брожение, без сомнения, потому, что самые ферменты этих новых брожений смогли появиться самопроизвольно при помощи элементов уксусного гнезда, служивших для них питанием. Мы возвращаемся, таким образом, к способам экспериментирования, употреблявшимся когда-то Коленом и позднее другими химиками, когда брожения определяются самыми различными азотистыми веществами, действующими не сами по себе, а только в качестве питательных веществ для подлинных ферментов.

§ 9. *Mycoderma aceti*, рассматриваемая как паразит *mycoderma vini*

Растворимые и нерастворимые элементы *mycoderma vini* могут при некоторых, легко воспроизводимых и, по-моему, заслуживающих внимания с физиологической точки зрения, обстоятельствах явиться питанием для *mycoderma aceti.*

Предположим, что *mycoderma vini* заставляют развиваться на поверхности чистого вина или вина, разведенного водой, пивом и т. д., и что после развития пленки микодермы сливают жидкость, чтобы заменить ее дистиллированной водой, к которой прибавлено несколько процентов чистого спирта. Эту методику легко осуществить, не разрывая при этом пленки микодермы. Как только произошла замена старой жидкости новой, начинается образование уксуса, возрастающее с течением времени.

Этот опыт весьма интересен, но надо уметь оценить все условия, чтобы не истолковать его ошибочным образом.

Я нашел, что *mycoderma vini,* как и *mycoderma aceti,* обладает способностью связывать кислород воздуха со спиртом, уксусной кислотой, углеводами, органическими кислотами и т. п. Но когда она вызывает окисление спирта, она сжигает все его составные части, превращая его в воду и углекислоту.

Точно так же она действует на уксусную кислоту. Она сжигает ее нацело.

В опыте, о котором я только что говорил, прежде чем из-под пленки *mycoderma vini* будет слита находящаяся под ней жидкость, спирт или уксусная кислота, если последняя находится в жидкости, уже превращаются в воду и углекислоту.

С другой стороны, если *mycoderma aceti* смешана с *mycoderma vini,* то обе они действуют самостоятельно, точно они изолированы друг от друга. Первая превращает спирт в уксусную кислоту или, если нет спирта, сжигает уксусную кислоту. Вторая сжигает нацело и спирт, и уксусную кислоту.

Таким образом, можно получать совершенно различные и часто даже, с первого взгляда, противоречивые результаты. Если количе-

ство *mycoderma aceti* относительно мало, то действие *mycoderma vini* станет доминирующим, и кислотность жидкости, несмотря на постоянное образование новой уксусной кислоты, может снизиться. Если побеждает *mycoderma aceti,* то кислотность жидкости повышается, несмотря на частичное сжигание уксусной кислоты. Наконец, обе микодермы могут находиться в равновесии, и в этом случае титр кислоты остается неизменным, так как *mycoderma vini* сжигает количества кислоты, эквивалентные тем, которые, по мере своего развития, образует *mycoderma aceti.*

Установив это, вернемся к опытам, которые я только что описал. На вине, пиве и т. п. в широком и плоском чане дают развиться сплошным слоем *mycoderma vini.* В этот момент, судя по фактам, которые я только что напомнил, растворенный спирт превращается в воду и углекислоту, и если жидкость, кроме того, еще содержит уксусную кислоту, последняя также сжигается таким образом, что кислотность жидкости постепенно изо дня в день падает. Сцедим затем жидкость сифоном, не тревожа пленку. Потом прибавим снова слабый спирт без примеси азотистых веществ и фосфатов [21].

Образование уксуса из спирта, говорил я, начинается сразу, и кислотность жидкости постепенно увеличивается. Что же происходит и чем объясняется этот обратный процесс и противоположный характер явлений до и после смены жидкостей?

Я долгое время думал, что во всех случаях *mycoderma vini,* лишенная питания и поставленная в такие условия, которые изменяют ее строение, может сжигать спирт лишь до степени уксусной кислоты и водяного пара, а не до углекислоты и водяного пара, как обычно. Но, напротив, здесь мы имеем дело с ненормальным случаем, с исключением. Чаще образование уксуса является все-таки лишь результатом действия *mycoderma aceti.* Как может это иметь место, если я

[21] При желании очень легко, прежде чем наливать разведенный спирт под пленку, промыть последнюю, даже несколько раз, чистой водой. Несмотря на эти промывания, она остается слабокислой. Растение выделяет жидкости с кислой реакцией до тех пор, пока жизнь в нем не угаснет окончательно. Это — признак, свойственный пивным дрожжам, которые представляют многочисленные аналогии с *mycoderma vini.*

предположил, что пленка микодермы была образована *mycoderma vini?*

В особых условиях, о которых я только что говорил, *mycoderma aceti,* про которую можно сказать, что редко случается, чтобы хоть несколько ее члеников не находились в пленке *mycoderma vini,* с чрезвычайной легкостью размножается за счет последней, которая ей служит пищей. Отсюда — образование уксуса из спирта. Если рассматривать в момент постановки опыта пленку *mycoderma vini* под микроскопом, она окажется, я предполагаю, состсящей почти исключительно из члеников *mycoderma vini.* Так, например, надо просмотреть несколько полей зрения в помещенной под микроскопом капле для того, чтобы найти один или два членика *mycoderma aceti.* Возобновим этот опыт на следующий день после того, как первая жидкость была заменена разведенным водою чистым спиртом, и уже повсюду мы увидим большое число члеников *mycoderma aceti.* В последующие дни уже простым глазом можно видеть, как постепенно исчезает первичная толстая и складчатая пленка *mycoderma vini,* уступая мало-помалу место более тонкой и легкой пленке *mycoderma aceti*, потому что одновременно происходит сжигание различных элементов *mycoderma vini.* Резорбция члеников этой микодермы порождает в то же время растворимые вещества, которые сгорают более медленно и которые можно в свободном состоянии найти в жидкости. Здесь можно встретить, например, вещества, которые с исключительной легкостью, даже при обычной температуре, восстанавливают жидкость Фелинга.

Действительно, весьма любопытно присутствовать при этом превращении, при этом питании одной микодермы другою,— и это обстоятельство, мне кажется, заслуживает внимания физиологов. Здесь, по моему мнению, повторяется картина рассасывания одной ткани при образовании другой, для которой первая служит питанием, или, еще лучше, картина образования гноя и его шариков с помощью элементов крови или составных частей соседних тканей.

Как бы то ни было, я хочу теперь обратить внимание читателя главным образом на то, что как только по каким-либо обстоятельствам *mycoderma vini,* так часто встречающаяся на поверхности

сброженных жидкостей, оставленных в соприкосновении с воздухом, теряет свою жизнеспособность, например, из-за недостатка пригодного питания, так *mycoderma aceti* нападает на нее, живет на ней и рядом с ней как паразит, ассимилируя ее элементы и отчасти сжигая их при посредстве той способности, которая превращает микодерму в агента частичного или полного сжигания спирта и уксусной кислоты.

§ 10. Угрицы уксуса. Как они вредят образованию уксуса

Когда я посещал уксусные заводы Орлеана с целью проверить там результаты моих опытов, фабриканты, с которыми я имел случай беседовать об их производстве, были убеждены, что угрицы, которые находятся в уксусе Орлеана, если он не был достаточно профильтрован, и которыми кишат все бочки подвалов, необходимы для производства и для хорошего хода процесса. Это, как я объясняю, представляет собой важную ошибку, очень вредную для орлеанского производства, и ее следует искоренить[22]. Я убежден, что работа уксусных гнезд (бочек) при применении орлеанского способа часто затрудняется присутствием этих животных, число которых в каждой бочке уксусного завода, работающего по орлеанскому способу, исключительно велико. Часть болезней, которым подвержены уксусные гнезда и которые приносят большие потери фабрикантам, вызывается этими маленькими животными.

Я попытаюсь объяснить их вредоносное действие, опираясь на принципы, которые я обосновал в этом мемуаре.

Для того чтобы жить, угрицам необходим кислород. Факты весьма обыкновенные, как, например, довольно быстрая гибель угриц в заткнутых и наполненных уксусом бутылках, позволили бы мне это доказать. Мы же знаем, что образование уксуса происходит лишь на поверхности жидкости в тонкой и нежной пленке *mycoderma aceti*, все время частично возобновляющейся, вследствие каждого нового

---

[22] Само собою разумеется, однако, что я не предрешаю здесь вопроса о том, в какой мере угрицы могут изменять вкус уксуса веществами, которые они выделяют

добавления вина в заводские бочки. Если мы предположим, что пленка хорошо развита и активно образует уксус, то весь кислород, попадающий на поверхность жидкости, должен использоваться растением. Последнее совершенно лишает кислорода угриц, находящихся под ним и плавающих в верхних слоях уксуса. Тогда угрицы, не находя возможности дышать и руководимые одним из тех инстинктов, любопытнейшие примеры которых нам дают животные всех ступеней зоологической лестницы, укрываются на стенках бочки, очень близко к уровню жидкости, где они образуют кишащий жизнью белый влажный слой, толщиной свыше одного миллиметра, а высотой в несколько сантиметров. Здесь только эти маленькие существа могут дышать. Но надо понять, что они не легко уступают свое место микодерме. В специальных опытах я много раз наблюдал своего рода борьбу, которая разыгрывается между ними и растением. По мере того как это последнее, следуя законам своего развития, мало-помалу распространяется на поверхности, угрицы, находящиеся под ним, часто в виде пакетов, делают как будто усилие, чтобы увлечь растение в жидкость в виде скомканных лоскутьев. В этом состоянии оно не может больше вредить им, потому что, как мы уже указывали, погруженное растение оказывает только едва заметное действие.

Я приведу лишь один из многих опытов. Другие аналогичны, и их весьма легко воспроизвести [23].

21 февраля 1862 г. я примешал к 4 л жидкости, предназначенной для получения уксуса и помещенной в плоский гуттаперчевый чан, 100 $см^3$ уксуса из бочки с уксусным гнездом (одного из уксусных заводов Орлеана), наполненным угрицами. Не говоря об особенностях, которые представлял этот чан в отношении образования уксуса,

[23] Когда я начал изучать роль угриц в производстве уксуса орлеанским способом, я должен был просить фабрикантов этого города прислать мне уксус, который содержал бы этих микроскопических животных. Несмотря на то, что моя лаборатория больше чем в течение года была наполнена сосудами, содержащими жидкость, превращающуюся в уксус, я не замечал ни одной угрицы. Это не помешает, вероятно, закоренелым приверженцам теории самопроизвольного зарождения низших организмов думать, что эти мелкие существа при благоприятных условиях могут появиться на свет без родителей, им подобных.

перехожу к обстоятельствам, касающимся самих угриц и их влияния на ход образования уксуса. В продолжение марта и апреля имело место исключительно сильное размножение угриц, количество которых могло быть исчислено сотнями тысяч. 9 апреля я отливаю 2 л уксуса и прибавляю 2 л вина. 11-го — на поверхности жидкости нет пленки микодермы. Прежняя пленка — в виде лоскутьев — упала на дно чана. Угрицы передвигаются повсюду, распределяясь в верхних слоях жидкости. 13-го — по всей поверхности зарождающаяся пленка *mycoderma aceti,* но пятнами, лоскутьями, со свободными промежутками. Внизу и в открытых частях по всей поверхности, в центре как и у краев, еще двигаются угрицы. Но 14-го утром, когда я пришел, чтобы установить положение вещей, все изменилось. Плотная гомогенная пленка держится во всех частях без разрывов. Кроме того, ни в одной части жидкости нет ни одной угрицы. Но, любопытная вещь, края чана, начиная с пленки и выше ее уровня, покрыты до сих пор отсутствовавшим белым слоем, который весь состоит из шевелящихся угриц. Эти угрицы для смачивания своих тканей не имеют никакой другой жидкости, кроме той, которая по законам капиллярности поднимается из чана в промежутки между их извилистыми телами.

14-го, 15-го и 16-го — чрезвычайно активное образование уксуса. Угрицы все время держатся в виде жирного движущегося слоя, на вертикальных стенках чана. 17-го — новое изменение. Пленка, которая в предыдущие дни почти исчерпала силу своего действия и превратила весь спирт в уксус, упала лоскутьями на дно чана, и я замечаю угриц, которые отовсюду переходят в жидкость. 18-го, 19-го... 25-го апреля угрицы продолжают жить и размножаться во всех частях верхних слоев жидкости. Их больше совсем нет на краях чана.

25 апреля я отливаю 2 л уксуса, обильно наполненного угрицами, и вновь прибавляю 2 л вина, чтобы снова наблюдать последовательность явлений, о которых я только что говорил.

26-го появляются некоторые следы микодермы. 27-го они сильнее распространились по поверхности, и образовались еще новые. Но под каждым из этих пятен я вижу пакеты угриц, которые словно к нему привязаны и как будто делают усилие, чтобы увлечь куски пленки на дно жидкости. 28-го — то же положение вещей; 29-го почти все

пятна *mycoderma aceti* исчезли. Не должны ли мы перед лицом этих фактов поверить в своеобразный инстинкт угриц, заставляющий их уничтожать растение, способное лишать их кислорода? Однако я не хотел бы ничего преувеличивать. Я знаю, что человек — друг чудесного и что оно ему нравится. Возможно, что усилия угриц, вызывающие распад пленки, являются просто результатом движений, которые обычно производятся угрицами, чтобы освободиться от стесняющих их препятствий, когда, плавая, они случайно запутываются в складках микодермы. Возможно также, что они находят в составных частях растения вещества, наиболее пригодные для своего питания. Может быть, растение исчезает потому, что оно служит питанием для угриц. Достоверно, что пленка, увлеченная движениями угриц на дно жидкости, часто представляется там в виде беловатого порошкообразного осадка, точно угрицы отделили клейкое вещество, связывающее ее членики.

Как бы то ни было, мы видим, с каким трудом развивается в некоторых случаях в присутствии угриц пленка *mycoderma aceti*. Пусть эти факты будут иметь место в какой-либо бочке с уксусным гнездом на уксусном заводе, работающем по орлеанскому способу. Эта бочка *не будет работать*. Будут говорить, что она *больна*.

Продолжим исследование нашего чана. 30 апреля — то же положение вещей. 1 мая образовались новые пятна и заняли целиком поверхность примерно в 20 см^2. 2 мая — нет развития новых пятен, имеющих снизу пакеты угриц, которые, можно сказать, постоянно заняты их разрушением. 3-го и 4-го — ничего нового. 5 мая я замечаю в одном из углов чана сплошную, хорошо сформировавшуюся пленку, распространившуюся приблизительно на четверть поверхности чана. И вот в этом углу чана угрицы толстым слоем всползают на стенки краев сосуда. Мало-помалу в следующие дни пленка увеличивается, оттесняя угриц, которые постепенно отступают из жидкости, так что в уксусе их не остается даже и следа. На этот раз растение снова одержало верх и победило маленьких животных.

В итоге, рассматривая явления с точки зрения обусловливающей их причины, можно сказать, что если *mycoderma aceti* развивается сплошным слоем на поверхности уксуса, наполненного угрицами, то

эти последние, чувствуя себя лишенными кислорода, без которого их жизнь невозможна, переселяются и укрываются на стенках чана или бочки. Растение тогда использует для себя весь кислород, который приходит в соприкосновение с поверхностью жидкости. Без сомнения, угрицы чувствуют себя очень плохо на стенках сосуда, вне жидкости. А если они и находят здесь необходимый для их существования кислород, то остальные питательные вещества, которые они обычно черпают из жидкости, имеются, в сравнении с их числом, в весьма ограниченном количестве. Поэтому, как только фиксация кислорода растением замедляется или совсем прекращается, они переходят в жидкость, заставляя падать на дно растение, которое их всегда чем-либо стесняет: мы ведь знаем, что когда нет больше спирта, растение связывает кислород с уксусной кислотой, правда, очень медленно, если уксус крепок.

Мне не надо добавлять, что все изложенные факты и другие факты того же порядка постоянно повторяются в бочках на уксусных заводах Орлеана. Я проверил это вплоть до мельчайших подробностей.

Эти любопытные особенности производства уксусной кислоты орлеанским способом объяснили мне один прием, повседневно употребляемый уксусными мастерами для того, чтобы убедиться в работе уксусных гнезд. Они вводят в бочку через отверстие для воздуха пальцы и указательным пальцем ощупывают вертикальную поверхность дна. Если они ощущают жирную влажность, то они говорят, что бочка работает хорошо. Это нечто влажное и жирное есть не что иное, как слой угриц, укрывшихся на стенках бочки. Это, действительно, является признаком того, что невидимая поверхность жидкости должна быть покрыта *mycoderma aceti,* интенсивно фиксирующей кислород воздуха.

Сгущение водяных паров на стенках бочки, не смоченных жидкостью, также является признаком правильной работы, потому что оно указывает на повышение температуры поверхностных слоев уксуса, и следовательно, на хорошую работу пленки микодермы.

Во всяком случае, нельзя сомневаться, что растение при наличии угриц постоянно имеет около себя врага, с которым необходимо бо-

роться всеми возможными средствами. Я знаю, что со времени опубликования моих первых работ по этому вопросу наиболее просвещенные промышленники Орлеана возобновили старый, совершенно оставленный способ, именно — *окуривание* время от времени бочек *серой.* Сернистая кислота убивает угриц. Но надо соблюдать осторожность при употреблении этого средства, которое в некоторых случаях легко может испортить качество пленки микодермы.

Выбирая преимущественно время, когда все угрицы укрылись на стенках бочки, можно было бы убить их, закрыв на достаточное время отверстие, служащее для доступа воздуха, и лишив их таким образом последнего. Растение, с одной стороны, угрицы — с другой, достаточно быстро поглотят все количество кислорода, оставшегося свободным в пустой части бочки, и это будет иметь следствием гибель угриц. Этот очень простой способ заслуживает того, чтобы его испытали. Пленка микодермы не изменится значительно от недостатка воздуха в течение некоторого промежутка времени, так как на стр. 264 и 265 этого мемуара мы выяснили, что, после того как сосуд один раз был совершенно лишен кислорода, можно было снова прибавлять спирт под пленку микодермы и продолжать таким путем образование уксуса.

§ 11. Применение результатов предшествующих параграфов[24]

Изложенные в предшествующей работе наблюдения привели меня к новому производственному методу изготовления уксуса, который я в 1862 г. сообщил Академии наук.

Я засеваю *mycoderma aceti,* или цвель уксуса, на поверхность жидкости, состоящей из обыкновенной воды, содержащей 2% по объему спирта и 1% уксусной кислоты, полученной от предыдущего процесса, и, кроме того, несколько десятитысячных щелочных и щелочноземельных фосфатов, среди которых должен находиться и фосфорнокислый аммоний. Хотя одних этих составных частей достаточно для

[24] Этот параграф резюмирует сообщение, которое я сделал в Академии наук в 1862 г.

развития микодермы, лучше все же, как я сейчас покажу, дать ей натуральные жидкости, в которых заключены эти фосфаты и которые, кроме того, содержат необходимый для жизни микодермы азот в виде азотистых органических белковых веществ. Маленькое растение развивается и скоро покрывает поверхность жидкости, не оставляя ни малейшего пустого промежутка. В то же время спирт превращается в уксус. Когда процесс идет полным ходом, когда, например, половина взятого сначала общего количества спирта будет превращена в уксусную кислоту, начинают ежедневно маленькими количествами прибавлять либо спирт, либо, лучше, вино, либо пиво со спиртом — до тех пор, пока в жидкости не окажется достаточно спирта для того, чтобы уксус мог показать желаемый коммерческий титр. Спирт прибавляют до тех пор, пока растение может еще превращать его в уксус.

Когда действие его начнет ослабевать, оставшемуся еще в жидкости спирту дают превратиться в уксус. Тогда сцеживают эту жидкость, затем отделяют растение, которое при промывании может дать слегка кислую, содержащую азот жидкость, в дальнейшем годную к употреблению.

Чан затем снова пускается в работу.

Растение никоим образом не должно испытывать недостатка в спирте. В противном случае его способность переносить кислород была бы направлена, с одной строны, на уксусную кислоту, которая превратилась бы в воду и углекислоту, с другой — на летучие, мало изученные вещества, отсутствие которых делает уксус безвкусным и лишенным аромата. Кроме того, растение, лишенное возможности привычного для него образования уксуса, возвращается к нему со значительно меньшей энергией. Другая, не менее необходимая предосторожность состоит в том, чтобы не вызывать слишком сильного развития растения, потому что его активность может чрезмерно развиться и уксусная кислота может оказаться частично превращенной в воду и углекислоту, даже если в жидкости будет еще находиться растворенный спирт.

Чан поверхностью в 1 м^2, содержащий от 50 до 100 л жидкости, дает в день от 5 до 6 л уксуса. Термометр, показывающий десятые доли градуса, шарик которого погружен в жидкость, а столбик выхо-

дит из чана через отверстие в крышке, позволяет легко следить за ходом процесса.

Я думаю, что наиболее удобными для употребления сосудами являются снабженные крышками круглые или четырехугольные неглубокие деревянные чаны, подобные тем, которые употребляются на пивоваренных заводах для охлаждения пива. На концах их имеются два небольшого размера отверстия, служащие для доступа воздуха. Две гуттаперчевые трубки, укрепленные на дне чана и пронизанные с боков маленькими дырочками, дают возможность, не приподнимая досок крышки и не беспокоя поверхностной пленки, добавлять спиртовую жидкость.

Самые большие чаны, которые позволяло мне употреблять помещение, находившееся в моем распоряжении, имели поверхность в 1 м^2 и глубину в 20 см. Я прибавлю, что преимущества этого метода были тем более значительны, чем бо́льшие размеры имели употреблявшиеся сосуды и чем ниже была температура, при которой я работал.

Я говорил, что жидкость, на поверхности которой я засеваю микодерму, должна содержать в растворе фосфаты. Они необходимы. Это минеральное питание растения. Мало того, если в числе фосфатов находится фосфорнокислый аммоний, то из этой соли растение заимствует весь необходимый для него азот. Таким образом можно вызвать полное превращение в уксус спиртовой жидкости, содержащей около десятитысячной доли каждой из следующих солей: фосфат аммония, калия, магния. Фосфаты растворяются в жидкости при помощи небольшого количества уксусной кислоты, которая, наряду со спиртом, снабжает растение необходимым для него углеродом.

Однако для того чтобы микодерма более быстро развивалась и чтобы ее физическое состояние было более активным, хорошо прибавить к жидкости с фосфатами небольшое количество белковых веществ, предоставляющих азот и углерод, а также, без сомнения, и некоторые фосфаты в легко усвояемой форме. С этой целью я употребляю либо ячменную воду, либо пиво, либо дрожжевую воду, либо воду, в которой мацерировались корешки проросшего ячменя. Вино, сидр, все сброженные жидкости и даже большинство натуральных

соков также могли бы быть использованы. Но чтобы хорошо понять роль этих белковых органических жидкостей, а также то, насколько ошибочны были пользовавшиеся признанием в науке взгляды о так называемом превращении в ферменты белковых веществ, благодаря изменениям, претерпеваемым последними при соприкосновении с воздухом, я повторяю, что легко добиться развития микодермы таким образом, чтобы она была способна перевести в уксус большие количества спирта, давая ей в качестве азотистого питания только аммиак. В качестве углеродистого питания можно давать уксусную кислоту и спирт. В качестве минерального питания — фосфорную кислоту в соединении с главнейшими щелочными и щелочноземельными основаниями.

Если речь идет о приготовлении уксуса из вина, пива, сброженного сусла, из зерен, то бесполезно прибавлять фосфаты. Эти жидкости содержат их, конечно, в соотношениях и в форме, более пригодных для развития микодермы, чем искусственные смеси. Если, например, хотят превратить в уксус вино, то достаточно прибавить его к ранее полученному уксусу и засеять затем микодерму на поверхность этой смеси, взяв микодерму с чана, работавшего в течение 48 часов, или из небольшой чашки, где она была специально для этого приготовлена [25].

При температуре в 15°, если посевной материал хорош, нужно максимум два-три дня для того, чтобы микодерма покрыла, каковы бы ни были размеры чана, жидкость, на поверхности которой она посеяна. Под хорошим посевным материалом я подразумеваю молодое размножающееся растение, имеющее под микроскопом вид длинных четкообразно соединенных члеников, а не зернистых скоплений, как

[25] На фабрике Бретон-Лорион (см. стр. 301) эти господа работают с перерывами, т. е. после образования уксуса в одном чане последний промывается, а затем уже снова пускается в ход. Они не приливают вино во время образования уксуса в чанах. Мне казалось, что это нужно предпочесть для экономии в рабочих руках. Может быть, следовало бы поступать таким образом даже в тех случаях, когда хотят оборудовать завод для спиртового уксуса, потому что всегда следует опасаться испортить пленку при приливании вина, а особенно спирта, если не принять тех предосторожностей, на которые я указывал.

это имеет место, когда растение несколько состарилось и уже служило возбудителем сжигания в течение нескольких дней. Что касается количества посевного материала, то маленький сосуд диаметром в 1 дм, содержащий 100 см^3 жидкости и покрытый растением, достаточен для того, чтобы засеять чан, поверхность которого равна 1 м^2. В этот сосуд обмакивают конец стеклянной палочки. Пленка микодермы частично прилипает к ней, а затем, когда палочку переносят в жидкость чана, пленка отстает и остается на поверхности засеваемой жидкости. Эту операцию повторяют до тех пор, пока на поверхности малого сосуда еще имеется часть пленки.

На работающей фабрике всегда найдется вполне готовый посевной материал. Если его нет, то достаточно оставить при доступе воздуха содержащую спирт и уксусную кислоту жидкость, характера и состава тех, о которых я уже говорил, чтобы обнаружить в ней появление микодермы, о которой идет речь.

Способ получения уксуса, о котором я только что говорил, представляет различные преимущества. Процесс идет в закрытых чанах при относительно низкой температуре. Производством можно управлять по желанию. Это предохраняет от неудобств, связанных с наличием угриц. Потери значительно меньше, чем при употреблении стружек. Наконец, как я говорил в Академии наук в 1862 г., образование уксуса идет, при прочих равных условиях, в три-четыре раза скорее, чем при орлеанском способе.

Теперь, после сообщения, полученного мною от г-д Бретон-Лорион, я могу заверить, что оно идет в пять раз скорее. Эта цифра проверена, как я указал в моей лекции от 11 ноября, на производстве, дающем от 12 до 15 гл уксуса в день.

ЛЕКЦИЯ О ВИННОМ УКСУСЕ, ПРОЧИТАННАЯ В ОРЛЕАНЕ 11 ноября 1867 г.

ПЕРВАЯ ЧАСТЬ

I

Господа!

Господин мэр г. Орлеана и господин президент Торговой палаты, узнав, что я занимался вопросами уксуснокислого брожения, просили меня изложить результаты моей работы перед фабрикантами уксуса этого города.

Я с готовностью откликнулся на это приглашение, разделяя желание, которое его вызвало, именно: быть полезным отрасли промышленности, являющейся одним из источников богатства вашего города и вашего департамента.

II

Основной факт, на котором покоится производство винного уксуса — единственного, который заслуживает название уксуса и о котором я хочу сегодня с вами беседовать, известен уже со времен глубокой древности. В винодельческом районе нет такого человека, которому не приходилось бы наблюдать, что вино, предоставленное самому себе в условиях, при которых обычно хранят этот напиток, часто превращается в уксус. Таков простой факт, который я собираюсь научно обосновать на этой лекции. Я постараюсь затем из сведений, которые мы приобретем, вывести способы улучшения производства винного уксуса — производства, которое возникло из наблюдения над вышеупомянутым фактом.

III

Вот вино, которое превратилось в уксус, будучи в течение нескольких недель предоставлено самому себе.

Каковы условия, вызвавшие это превращение? Бесспорно, для этого необходимы особые условия. Неправильно было бы думать, что вино, предоставленное самому себе, всегда превращается в уксус. Я кладу горизонтально эту закупоренную, полную вина бутылку. Какова бы ни была природа этого вина, при какой бы температуре оно ни сохранялось, оно ни в коем случае не превратится в уксус. Самое большее, оно может приобрести слабую кислотность, совершенно несравнимую с кислотностью уксуса. Причина появления этой кислотности не имеет ничего общего с причиной превращения вина в уксус.

IV

Дело в том, что необходимым условием превращения вина в уксус является присутствие воздуха.

Если вино закисает в бутылках, то будьте уверены, что эти бутылки не совсем наполнены, т. е. в них уже есть воздух, пусть даже пространство, занимаемое им между пробкой и уровнем жидкости, не превышает толщины одного пальца.

Какова же роль этого воздуха в химизме превращения вина в уксус?

V

Мой ответ на этот вопрос будет понят лучше, если я начну с того, что объясню вам различие между природой уксуса и вина.

Вот два сходных перегонных аппарата. В одном будем подогревать вино, а в другом уксус, полученный из вина, находящегося в первом аппарате. В обоих случаях, как видите, мы собрали в приемниках бесцветную и прозрачную жидкость. Но обе эти жидкости обладают существенно различными свойствами. Я нагреваю в блюдце часть перегона, полученного из вина, и как только появятся пары, они тотчас воспламенятся от соприкосновения с пламенем горелки, находящейся у меня в руках. Ничего подобного не произойдет во втором блюдце,

в котором я для сравнения нагреваю жидкость, полученную при перегонке уксуса.

Химики прежних времен называли *духом* всякое летучее вещество, которое можно получить путем перегонки. Они считали его сущностью вещей. *Дух вина,* иначе — *огненный дух,* как они называли эти пары за их способность воспламеняться при доступе воздуха и при соприкосновении с горящим телом, после освобождения его от воды, с которой он всегда смешан во время перегонки, носит название спирта. *Уксусной кислотой* называли дух уксуса, когда он лишен воды.

Спирт всегда является жидкостью. Уксусная кислота легко кристаллизуется при пониженной температуре.

Дух вина не изменяет цвета синего лакмусового раствора. Дух уксуса, как вы видите, немедленно окрашивает его в красный цвет.

Таким образом, когда вино превращается в уксус, вместо винного спирта появляется вещество совершенно другой природы — уксусная кислота. Я должен, впрочем, прибавить, что дух спирта ни в коей мере не примешивается к духу уксуса, когда образование уксуса вполне закончилось.

Такова разница между вином и уксусом, образовавшимся из этого вина. Спирт уступил место уксусной кислоте.

VI

Из того факта, что воздух необходим для превращения вина в уксус, можно сделать вероятное заключение, что именно воздух, соединяясь со спиртом вина, превращает это вещество в уксусную кислоту.

Действительно, таков ход вещей, только не все элементы воздуха принимают участие и соединяются одновременно со спиртом вина.

Атмосферный воздух состоит главным образом из смеси двух простых газов: азота и кислорода. Азот составляет $^{4}/_{5}$ общего объема, а кислород около $^{1}/_{5}$. При превращении вина в уксус азот остается неактивным, только кислород входит в соединение со спиртом. Иными сло-

вами, превращение вина в уксус является результатом окисления. Это — горение без пламени, или, по общепринятому выражению, медленное горение.

Я покажу вам несколько простых опытов, всецело поясняющих предыдущие утверждения.

В этот стеклянный баллон емкостью в 2 л я поместил вино в условиях, подходящих для превращения его в уксус. Среди прочих мер предосторожности я обратил внимание на то, чтобы в баллоне осталось много воздуха, иначе говоря, чтобы вино занимало лишь небольшую часть общего объема. Я закупорил баллон хорошей пробкой и для общей уверенности в укупорке опрокинул баллон, погрузив пробку и шейку его в воду. Если то, что я утверждал, правильно, и вино закисло, вот что должно было произойти. Кислород воздуха, находившийся в этой посуде, соединился со спиртом вина, и в настоящий момент в баллоне вместо обыкновенного воздуха должен находиться только разреженный азот. Следовательно, если я раскупорю баллон в посуде, наполненной водой, то эта вода должна быстро войти в баллон. Я произвожу этот опыт, и вы видите, что вода действительно с силой входит в баллон. Метка, которую нетрудно нанести, показала бы, что вода вошла в объеме, равном $^1/_5$ начального объема воздуха.

Соберем газ, который остался в баллоне; мне нетрудно будет доказать: 1) что горящая спичка тухнет в нем, словно ее опустили в воду; 2) что птица в нем тотчас гибнет от удушья. Этот газ ни что иное, как азот.

VII

Мы постигли химическую природу превращения вина в уксус. Это есть, как я уже говорил выше, явление окисления. Вы не будете поэтому удивлены, если, сравнивая состав спирта и кислоты, мы найдем, что уксусная кислота является веществом, более богатым кислородом, нежели спирт. Эти сопоставления, когда-то настолько трудные, что еще 60 лет назад их было бы почти невозможно осуществить, стали теперь, благодаря прогрессу аналитической химии, детской забавой.

На 100 весовых частей спирт содержит:

Углерода	52,18
Водорода	13,04
Кислорода	34,78
	100,00

а уксусная кислота:

Углерода	40,00
Водорода	6,67
Кислорода	53,33
	100,00

Таким образом, уксусная кислота содержит больше 53% кислорода, в то время как спирт не содержит его и 35%. Однако уксусная кислота не является единственным продуктом окисления спирта, другими словами, нельзя представлять образование уксусной кислоты только как соединение спирта и кислорода, так как это превращение всегда сопровождается образованием некоторого количества воды. Химическая реакция полностью может быть выражена таким образом:

46 весовых частей спирта, соединившись с 32 частями кислорода, образуют 60 частей уксусной кислоты и 18 частей воды.

Из этих цифровых данных следует, что вино, содержащее при температуре 15° 10 объемных процентов спирта (это равняется в весовых единицах 7,94 г в литре, так как при 15° литр чистого спирта весит 794 г), дало бы уксус, содержащий $\frac{60}{46} \cdot 7{,}94 = 10{,}36$ г уксусной кислоты. Таким образом, если расчет сделан в единицах объема, 10% спирта в вине соответствуют 10,36 весовым процентам уксусной кислоты. Это почти та же цифра. Благодаря этому совпадению, а также принятому обычаю выражать спирт в объемных процентах вина, а уксусную кислоту в весовых процентах, можно сказать, что один *градус* спирта должен дать один *градус* уксусной кислоты. Вино, которое содержит 6, 7, 8% спирта, должно дать уксус, содержащий соответственно 6, 7, 8% уксусной кислоты. В Орлеане хороший уксус должен в среднем содержать от 7 до 7,5% уксусной кислоты.

Но не следует забывать общепринятое условное соглашение, дающее нам право пользоваться подобной терминологией. Слово *градус*, когда оно относится к количеству спирта, содержащемуся в вине, не имеет того же значения, что слово *градус*, употребленное для обозначения количества уксусной кислоты, содержащейся в уксусе. Для вина объемное содержание спирта определяется спиртомером Гей-Люссака, в уксусе же весовое количество уксусной кислоты определяется нормальным раствором щелочи.

VIII

Вернемся к объяснению факта превращения вина в уксус. Если ограничить наши познания изложенным выше, то покажется, что спирт, разбавленный водой и выставленный на воздух, должен дать уксусную кислоту. На самом деле ничего подобного не происходит. Вот чистая вода, разбавленная спиртом до степени обыкновенного вина. Она находится в незакрытом сосуде в соприкосновении с воздухом. Пусть она стоит так целыми годами, и при этом может не образоваться даже следов уксуса.

Какова же причина той значительной разницы, которую представляют в этом отношении натуральное вино и чистая вода, к которой прибавлен спирт? Почему в обоих этих случаях кислород воздуха не одинаково соединяется со спиртом? Это происходит потому, что в вине, как говорят, содержится нечто, что способствует соединению кислорода воздуха со спиртом. Вода же со спиртом, напротив, лишена этого посредника.

Но что же это за вещество, которое имеет подобное влияние?

IX

Здесь мы подходим к одному из самых любопытных пунктов нашего предмета, так как дело идет о самой сущности брожений, этих изумительных и таинственных химических явлений, достойных размышления как ученого, так и не специалиста.

Общее название *брожений* дали тем внутренним движениям, которые самопроизвольно совершаются после смерти во всех организованных телах и вообще в каждой материи, которая некогда была частью живого существа.

Напомним некоторые из этих замечательных явлений. Виноградный сок бурлит в чане благодаря выделению углекислого газа. Тесто поднимается и закисает, молоко свертывается, кровь загнивает, сложенная в кучи солома превращается в навоз, а листья и мертвые растения, зарытые в землю, превращаются в перегной... Характерной чертой всех этих химических действий является то, что они возникают самопроизвольно. Они являются делом сил природы и времени; не рука человека созидала их. Причина этого проста. Закон вселенной гласит, что все живущее должно исчезнуть. Необходимо, чтобы вещества, входящие в состав живых существ, после их смерти снова вернулись в землю и в атмосферу в виде минеральных или газообразных тел — таких, как водяные пары, углекислый газ, аммиак или азот,— тех простых и подвижных продуктов, которые движением воздуха могут быть перенесены с одного полюса на другой и у которых жизнь снова может черпать элементы своей вечности и непрерывности. Посредством брожения и медленного горения главным образом и осуществляется естественный закон разложения и возвращения в газообразное состояние всего, что некогда жило.

Химический акт, являющийся предметом нашего собеседования, есть ни что иное, как одно из явлений брожения и медленного сгорания. Это один из естественных, протекающих в определенных условиях, этапов разрушения и перехода в *газообразное состояние* сахаристых веществ, так широко распространенных в растениях. Действительно, сахар винограда бродит и его элементы в новой форме образуют вино. В свою очередь, вино, предоставленное самому себе, переходит в уксус, и вы сейчас станете свидетелями того, как уксус, оставленный в соприкосновении с воздухом, превратится в воду и углекислоту. На этом дело смерти и следующего за ней разрушения для сахаристого вещества закончено. Его основные элементы — углерод, водород и кислород — приняли такую форму, в которой они готовы вступить в новый круг жизни.

X

Какова же возможная причина всех этих естественных явлений брожения, гниения и медленного горения?

В конце прошлого столетия итальянский химик по имени Фаброни высказал мнение, подкрепленное многочисленными наблюдениями, что брожение вина — одно из наиболее замечательных брожений — связано с наличием вещества растительного происхождения. Свойства этого вещества приближают его к веществам животного происхождения, как альбумин яичного белка и фибрин наших мускулов. Он отождествлял это вещество с клейковиной муки и назвал его *растительно-животным веществом.* Таков этот фермент. По мнению Фаброни, наличием бóльших или меньших количеств в винограде этого фермента вызывается брожение сусла и превращение его в вино *.

Теория Фаброни была распространена современными химиками на все брожения. Утверждали, что белковые вещества, пришедшие в соприкосновение с воздухом, претерпевают постепенно различные изменения и в своих разнообразных превращениях образуют ферменты различной природы. Брожения оказывались результатом полученного извне движения.

XI

Так как превращение в уксус входит в круг естественных явлений, обладающих главными чертами брожения, то с давних времен его старались подвести под теорию, созданную работами Фаброни.

Считалось, что если чистая вода со спиртом при доступе воздуха не может превращаться в уксус, как вино, то это происходит потому, что вино содержит растительно-животный элемент — одну из форм белкового вещества, которая при доступе воздуха превращается в фермент уксуснокислого брожения.

Любопытный опыт, вроде тех, которые Фаброни ставил для спиртового брожения, казалось, подтверждает это воззрение. Действительно, прибавьте к совершенно не способной к превращению в уксус смеси воды и спирта немного либо муки, либо крови, либо мясного

сока, либо, наконец, минимальное количество какого-нибудь растительного сока, и вы увидите, что уксуснокислое брожение возникает в обязательном, так сказать, порядке.

XII

Теория Фаброни в том виде, как ее изложил этот химик, или в более современном толковании, которое ей дали в наше время, во многих отношениях страдает неточностью. В основном вопросе исследователи оказались жертвой заблуждения. Без сомнения, вино, когда оно скисает, содержит посредствующее вещество, роль которого состоит в фиксации кислорода воздуха, потому что никогда чистый спирт при любом разведении в чистой воде не может превратиться в уксус. Но этот обязательный посредник ни в коем случае не является мертвым белковым веществом. Это — растение, самое маленькое и самое простое из существующих в мире. Ботаник Персоон (согласно Кютцингу) в 1822 г. назвал его *mycoderma aceti*. Оно было известно раньше под общераспространенным названием *цвель уксуса*.

Я даю на этом экране изображение этого гриба, увеличенное при помощи микроскопа, который освещен электричеством (рис. 27). Вы видите, что он состоит из более или менее перетянутых, более или менее коротких члеников, иногда имеющих вид зернышек. Их диаметр обычно не достигает 0,0015 мм; они соединены между собой почти невидимым слизистым веществом.

Я не знаю ни одного хорошо изученного случая, при котором вино превратилось бы в уксус без присутствия микодермы. Часто она хорошо видна, как в сосудах, находящихся перед вами, в которых я вызвал весьма активное скисание вина. Иногда же она представляет собой легкую, почти незаметную пленку на поверхности вина. Последнее обычно имеет место в тех случаях, когда вино медленно закисает в вертикально стоящей, хорошо закупоренной бутылке. Вино тогда закисает очень медленно, так как доступ воздуха возможен, если пробка закрыта не плотно или через ее поры; переход вина в уксус в этом случае замедляется и осуществляется с трудом. Часто в этих случаях микодерма размножается с большим трудом и едва видна, но все же она никогда не отсутствует. Вылейте немного

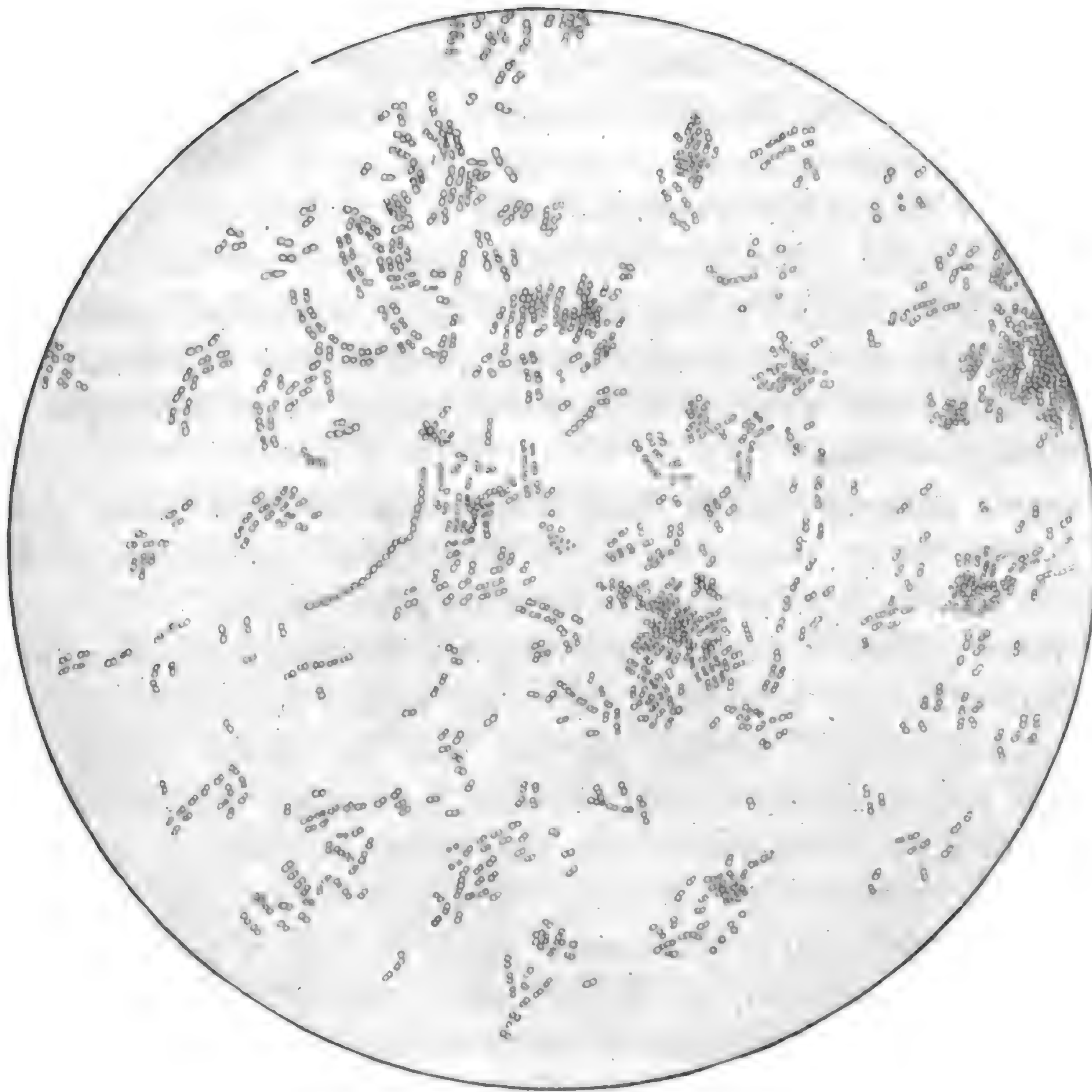


Рис. 27

жидкости из бутылки, и вы легко обнаружите на стенках горлышка небольшое сероватое кольцо жирного на ощупь вещества, которое под микроскопом вы легко признаете за *mycoderma aceti*.

Итак, я повторяю, этот маленький грибок всегда находится на поверхности вина, превращающегося в уксус.

Но тот ли это посредник, которого мы только что искали и который обладает способностью соединять кислород воздуха со спиртом? Не является ли его присутствие в вине, в условиях превращения вина в уксус, простым совпадением? Ведь известно, что всегда, когда настой органического вещества оставляется в соприкосновении с воздухом, он покрывается тайнобрачными растениями или кишит массой микроскопических животных. Не является ли уксус своеобразным органическим настоем?

Таково, действительно, было общее мнение, тем более правдоподобное, что уксус также является убежищем для массы маленьких животных, известных под названием уксусных *угриц*.

Я подчеркиваю эти детали, чтобы вы могли представить себе всю неуверенность, все сомнения, которые может вызывать применение экспериментального метода, метода, тем не менее, очень точного, когда он строго применяется, метода, которому современная наука обязана своими изумительными успехами. Опасность таится всегда в неточном толковании фактов. Наиболее искусные спотыкаются здесь на каждом шагу. Искусство здесь состоит в том, чтобы поставить решающие опыты, не оставляющие места для фантазии исследователя. В начале экспериментального исследования на какую-либо определенную тему воображение должно окрылять мысль. В момент завершения и толкования данных, собранных при посредстве наблюдения, воображение, наоборот, должно подчиниться фактическим результатам опыта.

XIII

Перейдем теперь к этим решающим доказательствам в вопросе об ошибочности старой теории брожения в приложении ее к уксуснокислому брожению и в вопросе о подлинном значении *mycoderma aceti*.

Я поместил в эту герметически закрытую склянку вино и воздух, но при этом я принял одну предосторожность: я нагрел вино и нагрел воздух. Я не стану останавливаться на деталях методики, не представляющих большого интереса. Наблюдение показало, что никогда в этих условиях вино не превращается в уксус. Я не вижу больше возможности поддерживать в данном случае теорию белкового вещества — фермента.

Можно, правда, возразить, что при нагревании вина изменили и испортили белковое вещество вина и что именно это препятствует ему действовать в качестве фермента и обусловить присоединение кислорода воздуха к спирту.

Это возражение опровергается следующим опытом. Откройте склянку, дайте свободный доступ обыкновенному воздуху к прогретому вину, и его превращение в уксус осуществится.

Вот факты еще более убедительные.

Мы говорили, что чистая вода со спиртом никогда не превращается в уксус, если не прибавить к ней белкового вещества. Но я нашел, что можно обойтись совсем без белкового вещества, заменив его кристаллическими солями: щелочными и щелочноземельными фосфатами, к которым прибавляют фосфорнокислый аммоний. В этих условиях, хоть и с трудом, микодерма все-таки может развиваться, и спирт переходит в уксусную кислоту, особенно если жидкость подкислена чистой уксусной кислотой.

Что же представляют собой белковые вещества вина? Очевидно, это не ферменты, но они должны, согласно данным предыдущего опыта, служить для последних питательным веществом, и они на самом деле являются таковым для фермента *mycoderma aceti*, а именно его азотистым питанием.

XIV

Мы теперь вполне уяснили себе все условия превращения вина в уксус. Все трудности, которые нас останавливали на нашем пути, теперь могут быть чрезвычайно легко объяснены.

1. В сосуде, где находится предварительно нагретое вино и воздух, также подвергнувшийся действию высокой температуры, вино

никогда не закисает! Это потому, что повышением температуры были убиты как те зародыши *mycoderma aceti*, которые могли содержаться в вине, так и те, которые могли находиться взвешенными в воздухе.

2. В сосуде, где находится прогретое вино, но оставленное при свободном доступе воздуха, вино может закиснуть. Это потому, что если даже зародыши *mycoderma aceti*, находившиеся в самом вине, убиты, то ничто не мешает зародышам, взвешенным в воздухе, упасть в вино и там прорасти.

3. Чистый спирт, разведенный в воде, не превращается в уксус, несмотря на то, что взвешенные в воздухе зародыши могут в него попасть или что жидкость может их набрать при соприкосновении с пылью склянок. Это происходит потому, что эти зародыши неспособны размножаться, не имея в своем распоряжении подходящих питательных веществ.

4. Лежащая бутылка, полная вина, не превращается в уксус. Это происходит потому, что *mycoderma aceti* не может размножаться. Воздух, конечно, может проникнуть через поры пробки. Но вино, как белое, так и красное, всегда содержит окисляющиеся элементы, красящие или красящиеся вещества, мало-помалу захватывающие кислород и ничего не оставляющие на долю зародышей микодермы, которые могут находиться в вине и, действительно, в большинстве случаев в нем находятся. Когда бутылка стоит, условия окисления совершенно другие. Зародыши, находящиеся на поверхности, окружены воздухом.

ВТОРАЯ ЧАСТЬ

XV

Я перехожу теперь к практической части моей темы.

То, что мы только что изложили, сводится к нескольким очень простым положениям.

Образованию уксуса всегда, без всякого исключения, предшествует развитие на поверхности вина маленького растения, состоящего из отдельных очень маленьких члеников. Скопление этих члеников дает начало либо тонкой, иногда едва заметной, пленке, либо же пленке более или менее плотной, кожистой, морщинистой и жирной на ощупь, потому что растению в его развитии сопутствуют различные жировые вещества.

Это тайнобрачное растение обладает особым свойством абсорбировать, конденсировать значительные количества кислорода и вызывать его соединение со спиртом, что превращает это вещество в уксусную кислоту.

У этого маленького растеньица не меньше потребностей, нежели у больших растений. Для существования ему необходимы соответствующие питательные вещества. Вино дает ему их в изобилии.

Оно себя чувствует хорошо, если позволено так выразиться, в теплом климате. Поэтому для того чтобы его выращивать в наших странах, т. е. странах с умеренным климатом, его следует помещать, особенно зимой, в искусственно отапливаемые помещения.

Вино, как я уже напоминал, содержит все необходимые для жизни микодермы элементы: азотистые вещества, фосфорнокислый магний и фосфорнокислый калий. Но как ни благоприятна эта среда, она стала бы еще лучше, если бы она была подкислена уксусной кислотой,

так как это растение предпочитает поверхность жидкостей, из которых выделяются пары уксусной кислоты. Надо вам знать, что оно имеет врага, свою сорную траву, *mycoderma vini*, так называемую *цвель вина*, увеличенное изображение которой я даю вам на этом рисунке (рис. 28). Эти почкующиеся клетки лучше всего размножаются на вине (в его естественном состоянии). Это среда, которая для них больше всего подходит. Наоборот, на жидкостях, подкисленных уксусной кислотой, они не могли бы произрастать.

Если это так, что же может быть проще изготовления винного уксуса, того уксуса, который по справедливости составил славу орлеанской промышленности?

Возьмите вино и, смешав его с готовым уксусом, посейте на поверхность рабочее растение вашего производства. С этой целью достаточно, как я это делаю на ваших глазах, взять немного налета пленки микодермы с поверхности жидкости, покрытой этим налетом, и перенести его при помощи деревянного шпателя, на котором его собирают, на поверхность новой жидкости, которую хотят превратить в уксус. Содержащиеся в микодерме жировые вещества препятствуют ее смачиванию, и она расстилается по поверхности, не падая на дно. Если мы будем ставить опыты летом или зимой в нагретой до 15—20° комнате, то уже через 24 или, самое большее, через 48 час. микодерма покроет всю поверхность жидкости. Так легко и быстро она развивается. В несколько дней все вино превратится в уксус. Величина поверхности жидкости не имеет значения. То, что происходит на одном месте, происходит и на соседнем. Я могу покрыть пленкой *mycoderma aceti* в течение 48 час. поверхность величиной в этот зал.

XVI

Но где найти в первый раз микодерму для засева, если поблизости нет уксусного завода? Нет ничего проще. *Mycoderma aceti* является одним из тех маленьких существ, зарождение которых считают *самопроизвольным*, которые сами по себе образуются на поверхности жидкостей, пригодных для их развития. В вине, в уксусе, взвешенные в воздухе, повсюду существуют зародыши этого маленького растения.

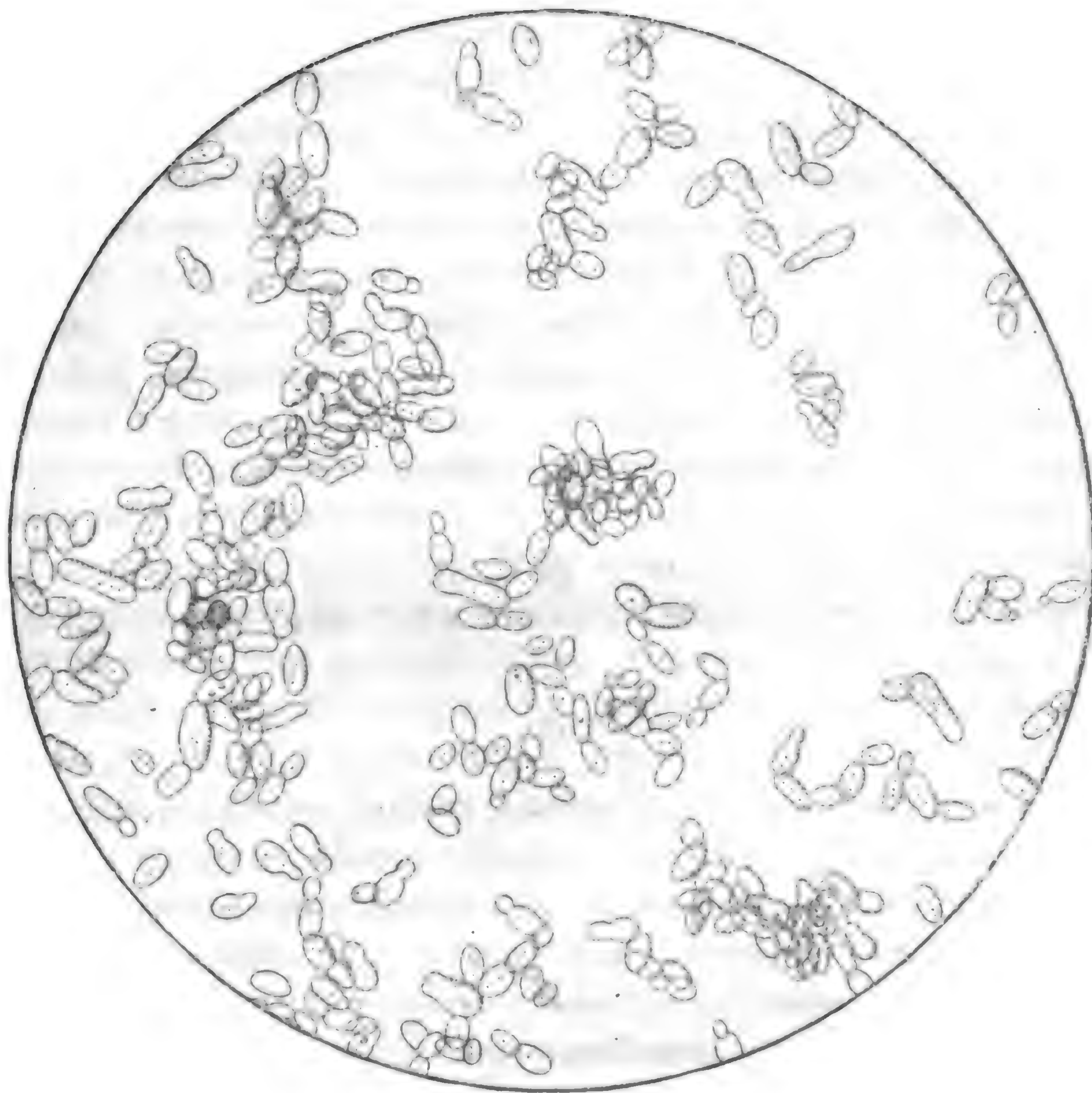


Рис. 28

Итак, если вы хотите в первый раз получить микодерму, вам достаточно поставить в теплое место смесь вина и уксуса. По истечении нескольких дней вы увидите, что здесь и там появились маленькие серые пятна, рассеивающие свет, вместо того чтобы отражать его, как соседняя жидкость. Эти пятна быстро и постепенно распространяются. Это *mycoderma aceti*, появившаяся *самопроизвольно*, благодаря зародышам, которые находились в вине, в прибавленном к нему уксусе или же осели из водуха. Так земля на полях покрывается различными травами благодаря семенам, рассеянным по земле или принесенным ветром и животными. Даже в отношении последнего обстоятельства такое сравнение может быть проведено, потому что поразительно часто сразу после того, как вы поставите в теплое помещение вино с уксусом, замечается появление маленьких красноватых мушек, обычных обитательниц уксусных заводов и всех тех мест, где закисают растительные вещества. Они также на своих лапках и хоботках могут занести зародыши микодермы с соседних заводов.

XVII

Нет ничего более простого, нежели организация уксусного завода по орлеанскому способу. В основном он состоит из рядов поставленных одна на другую бочек, имеющих в своем переднем вертикальном дне одно круглое отверстие, диаметром в несколько сантиметров, и одно соседнее, меньшее, служащее для входа и выхода воздуха, когда большее отверстие закупорено воронкой, при помощи которой наливается вино, или сифоном, который служит для сцеживания уксуса. Бочки емкостью в 230 л налиты до половины. Работа персонала состоит в том, чтобы поддерживать в помещении подходящую температуру и приблизительно раз в восемь дней сцеживать от 8 до 10 л уксуса, заменяя его 8—10 л вина.

Пуск в ход *гнезда*, т. е. новой бочки, занимает всегда много времени. Вот краткое изложение требующейся для этого работы. Прежде всего в бочку вливают 100 л очень хорошего, совершенно прозрачного уксуса, потом 2 л вина. Через 8 дней снова прибавляют 3 л вина, еще через 8 дней около 4—5 л и так далее до тех пор, пока бочка не будет

содержать 180—200 л. Тогда в первый раз сцеживают уксус, доводя объем жидкости в бочке приблизительно до 100 л. С этого момента гнездо начинает работать, и каждые 8 дней можно сцеживать 10 л уксуса и приливать 10 л вина. Это максимальная производительность бочки за 8 дней. Часто случается, что бочки работают плохо, и приходится снижать их производительность.

Итак, не раньше чем через 2—3 месяца вновь пущенная бочка-гнездо начинает хорошо работать. Другими словами, требуется столько же времени, чтобы новое уксусное производство начало поставлять уксус для торговли.

XVIII

Когда, несколько лет назад, я изучал уксуснокислое брожение и сообщил изложенные выше результаты некоторым фабрикантам уксуса г. Орлеана, г-да Бретон-Лорион с большим пониманием дела использовали эти новые сведения. Их фирма построила новый специальный завод, уже дающий 12—15 гл уксуса в день, использующий самый ограниченный материал и работающий, по крайней мере, в пять раз скорее, чем при прежних методах работы. Иными словами, при равных условиях за одно и то же время они получали 50 л уксуса, там, где орлеанский способ давал лишь 10.

Выставка г. г. Бретон-Лорион в этом году на Марсовом поле была замечательна. Может быть, она не была достаточно отмечена жюри. Ибо выставки особенно должны вознаграждать промышленников, которые показали себя достаточно дальновидными, чтобы с успехом вводить в промышленность достижения науки.

XIX

Мое изложение во многих отношениях было бы неполным, если бы я не коснулся здесь более подробно того, что может быть названо болезнями уксуса и уксусного производства.

Однажды г-н Бретон-Лорион привез мне в Париж бутылку, наполненную студнеобразной массой, образование которой сильно

мешало работе всего его уксусного завода и причины появления которой, как и способов борьбы с ней, он не знал.

«Вино, которое вы теперь употребляете,— сказал я г-ну Бретону,— является случайной причиной болезни на вашем заводе. Это вино должно быть мутным, оно начало превращаться в уксус еще у продавца. Я убежден, что оно наполнено члениками *mycoderma aceti*. Я покажу вам их под микроскопом. Выпаривая в фарфоровой чашке несколько кубических сантиметров вина, вы к концу выпаривания почувствуете ясный и резкий запах уксусной кислоты».

Все это было тут же проверено и подтверждено.

Я, действительно, убедился, что слизистые и пленчатые массы, о которых я говорю, являются одной из стадий развития *mycoderma aceti*, особенно в тех случаях, когда она погружена в жидкость.

Авторы, писавшие об уксусе, утверждают, что такие студнеобразные массы можно найти на дне каждой бочки на заводах Орлеана и что они-то и являются настоящими уксусными гнездами. В действительности же они здесь неизвестны. Их присутствие является, как вы только что слышали, верным признаком больших непорядков в работе уксусного завода.

Легко получить такие студнеобразные вещества, засевая микодерму во всю массу жидкости и препятствуя ей развиваться в виде пленки на поверхности.

Я сейчас сообщу простое средство предупреждения этой болезни.

XX

Часто случается, что в сосудах, служащих для хранения уксуса на фабриках, в домашнем хозяйстве или в бакалейных лавках, уксус мутнеет и делается очень слабым. Дело кончается даже его полным загниванием, если не найти вовремя средства против этого зла.

Легко разобраться в этой порче уксуса. Причина, вызывающая ее, заслуживает внимания, так как она является следствием такого же медленного горения, как то, которое превращает вино в уксус. Может быть, когда я вам показывал, что превращение вина в уксус всегда является следствием присутствия *самопроизвольно* появившейся или

предварительно засеянной пленки *mycoderma aceti*, у вас уже возник следующий вопрос. Естественно спросить себя, что делается с этим грибом, когда превращение вина в уксус закончено, иначе говоря, когда весь спирт превратился в уксусную кислоту?

Чаще всего глубокое изменение обнаруживается в строении микодермы; нередко она падает на дно сосуда, но потом вскоре, хотя и с трудом, образуется вновь.

Как она действует в этих новых условиях? Не перестает ли она функционировать как возбудитель окисления? Мои опыты показали, что окислительная способность микодермы далеко не уничтожена, но что действие ее проявляется тогда на самой уксусной кислоте, которая сгорает, точно ее бросили в огонь, так как она превращается нацело в воду и углекислоту. Не сохраняются также эфирные и ароматические вещества, составляющие *букет* винного уксуса. Они исчезают даже в первую очередь, и так как среди них имеются вещества, довольно сильно действующие на слизистые оболочки, то нас поражает кажущаяся слабость уксуса, когда мы его нюхаем после начала этого сгорания, совершающегося в отсутствие спирта.

Таким образом, нельзя предоставлять самим себе, оставлять без присмотра чаны, в которых превращение вина в уксус уже закончено. Работа требует в этом отношении тщательного наблюдения, если хотят сохранить аромат и силу уксуса.

Я ставлю здесь перед вами сосуд, в котором в течение нескольких дней совершается любопытный процесс сжигания уксуса образовавшей его микодермой. Много раз во время моих опытов я доводил процесс до полного исчезновения уксусной кислоты; тогда начиналось гниение. До тех пор, пока в уксусе сохраняются заметные количества уксусной кислоты, уксус предохранен от нашествия микроскопических животных, вызывающих гниение. Как только кислотность исчезла почти нацело, он ведет себя, как всякий нейтральный или слабощелочной органический настой.

Случаев ненормального брожения, о которых я выше говорил, можно избежать с помощью внимательного наблюдения и регулярного определения содержания спирта в употребляемом вине и количества уксусной кислоты в получаемом уксусе. Этим можно

руководствоваться для распознавания сроков процесса. Эти случаи особенно вредны для торговли, если они имеют место в сосудах для хранения уксуса. Но чрезвычайно легко — я вернусь еще к вопросу о столь желательных усовершенствованиях — предотвратить сгорание уксуса и в кладовых, где его хранят, и в бакалейных лавках, и в домашнем хозяйстве.

XXI

Третья болезнь, еще более гибельная для уксусных заводов вследствие ее эндемичности, зависит от присутствия *угриц*. Исследование этих маленьких существ под микроскопом весьма любопытно, потому что тела их прозрачны и в них легко различимы все внутренние органы. Не имея возможности показать их в обыкновенном микроскопе каждому из моих слушателей, я на экране покажу вам их увеличенное изображение.

Эти угрицы размножаются с необыкновенной быстротой. Нет ни одной бочки на уксусных заводах Орлеана, которая не содержала бы их в ужасающем количестве. Их природа была настолько неизвестна, что их считали необходимыми для производства. На деле же они являются опасным и постоянным врагом, и надо стараться избавиться от них как можно скорее. Эти старания вызываются к тому же тем отвращением, которое внушает употребление жидкости, загрязненной присутствием таких животных, особенно после того, как рассмотришь каплю ее под микроскопом.

Что касается вреда, который эти маленькие существа приносят уксусной промышленности, мне достаточно будет, чтобы дать вам о нем представление, показать, что угрицы не могут жить без доступа атмосферного воздуха.

Я разделил на две равные части уксус, полный угриц. Одна из них находилась в бутылке, которую я целиком наполнил жидкостью и затем закупорил; другая — находилась в такой же бутылке, но открытой. Это сравнительное испытание было начато пять дней назад, и вот его результат. В закрытом и полном сосуде все угрицы погибли. Наоборот, они продолжают хорошо себя чувствовать в дру-

гом сосуде, где распределялись не по всей толще жидкости, а только у ее поверхности. Здесь только они могут свободно дышать.

Сопоставьте эти наблюдения о необходимости свободного кислорода для жизни угриц и вытекающей отсюда необходимости их пребывания в верхних слоях жидкостей (в которых они живут) с другим, не менее доказанным фактом, что уксус образуется под действием поверхностной пленки микодермы, и вы сразу же поймете, что угрицы и микодерма должны беспрерывно мешать друг другу в заводских бочках, так как оба эти живых существа крайне нуждаются в одном и том же питательном веществе и живут в одном и том же месте. Поэтому, когда по той или иной причине пленка микодермы в сосуде совсем не образовалась или образование ее задержалось, угрицы наводняют все верхние слои жидкости и поглощают кислород, не оставляя ничего растению, зародыши которого поэтому развиваются с огромным трудом. С другой стороны, когда превращение вина в уксус уже началось, когда микодерма взяла верх, она успешно вытесняет угриц, оттесняя их к самой стенке, где они образуют вскоре белесоватый, легко подвижный и шевелящийся венчик. Под лупой это представляет чрезвычайно интересное зрелище. В этом положении их враг — микодерма — не может принести им так много вреда. У них есть воздух, но, конечно, они чувствуют себя не совсем хорошо и с нетерпением ожидают момента, когда смогут занять свое место в жидкости и вытеснить в свою очередь микодерму.

Я не вижу действительных средств для уничтожения угриц в бочках уксусных заводов Орлеана. Закрывать отверстия бочек в течение достаточного времени, применять сернистый газ в момент активной работы микодермы, когда большие массы угриц вытесняются из жидкости на стенки бочек, в некоторой мере полезно. Но все эти средства далеко не радикальны. К счастью, применяя, как я говорил, для работы чаны, которые по необходимости очищаются очень часто, весьма легко предохранить свое производство от этих маленьких животных. У них никогда не хватит времени размножиться настолько, чтобы стать вредными. При хорошо поставленной работе они даже не появятся. Это настолько верно, что в том году, когда я изучал вопросы уксуснокислого брожения, я ни разу не видел появления угриц

в моих чанах, больших или маленьких, и в тот день, когда я захотел исследовать, какова могла быть их действительная роль в производстве, я принужден был просить одного из владельцев уксусного завода вашего города прислать мне уксус, содержащий угриц. С этого момента я их имел, сколько хотел,— так легко они размножаются.

XXII

Из наблюдений, которые я привел относительно порчи уксуса и случайных трудностей при работе на заводах, следует, что микодерма и угрицы являются естественным источником этих недостатков. Именно, когда вино или уксус содержат во взвешенном состоянии много активных зародышей *mycoderma aceti*, замечается появление студнеобразных веществ, мешающих производству. Членики *mycoderma aceti*, попадая в продажный уксус (это наблюдается главным образом, когда последний слаб и плохо осветлен) и размножаясь внутри него или на поверхности, разрушают уксус, вызывая сгорание главного его элемента — уксусной кислоты. Наконец, угрицы не только мешают работе уксусного завода, но вызывают, кроме того, отвращение при потреблении этого продукта.

Обратимся на минуту к результатам исследований о болезнях вина, которые я опубликовал в прошлом году, и мы признаем, что причины болезней вина и уксуса очень сходны между собой, так как я показал, что главные болезни вина также вызываются развитием организованных живых существ растительной природы.

Вот бургундское вино, которое стало очень горьким. *Прогоркание* — обычная болезнь лучших вин этого богатого края. Оно встречается настолько часто, что один из владельцев некоторых наиболее ценных виноградников этого края, г-н Верньет-Лямотт, желая ободрить меня в моих исканиях, писал мне в 1864 г.: «Если вам удастся предупреждать горечь вина наших лучших марок, вы дадите Франции миллионы». Мне это, действительно, удалось, и самым простым способом. Вы сейчас станете этому свидетелями. Но прежде всего установим зло и его причину. Я вылью в этот графин бутылку горького вина. Вы увидите совершенно мутное вино, потерявшее от-

части свою первоначальную окраску. Плавающий осадок, ранее осевший на дно бутылки, а теперь распространившийся по всей массе вина, придает ему эту опалесценцию. На вкус оно оказывается неприятно кислым и горьким. Возьмем каплю этого вина и при помощи нашего электрического микроскопа дадим ее увеличенное изображение на этом экране. Вы видите, что это вино наполнено маленькими членистыми нитями. Таково строение тайнобрачного растения, которое по мере своего развития производит горечь вина.

Исследования причин других болезней вина дали бы нам результаты того же порядка. Недостаток времени лишает меня возможности представить вам в этой беседе соответствующие доказательства. Я отсылаю лиц, интересующихся этим предметом, к моим «Исследованиям о вине» *.

XXIII

Как предотвратить все эти болезни уксуса и вина?

Самым простым способом. Я нашел, что все растительные организмы, которые хорошо себя чувствуют в вине и уксусе, а также и угрицы этого последнего, погибают при температуре, самое большее, 55°. Доведите всю массу вина до этой температуры, и, благодаря одному этому обстоятельству, оно сможет сохраняться без дальнейших изменений, хотя бы оно подвергалось действию этой температуры всего в течение нескольких секунд. Когда дело касается вина, такого нагревания вполне достаточно, чтобы убить и зародыши тайнобрачных растений, являющиеся источником болезней этого напитка.

То, что я говорю о вине, приложимо и к уксусу. Угрицы погибают, а членики *mycoderma aceti* теряют способность размножаться.

Я показывал вам только что бутылки вина Помар, ставшего очень горьким и почти не годным для питья. Чтобы испытать действие высокой температуры на это вино, я нагрел до 55° несколько бутылок этого вина. Вот одна из них. Я выливаю ее содержимое в графин, и вы видите, что вино сохранило свой цвет и прозрачность. Кроме того, оно не имеет ни малейшей горечи при дегустации. Вы имеете здесь

новое подтверждение той истины, что, когда надо найти средство против какого-либо зла, одним из первых условий успеха является обычно установление действительной причины этого зла [1].

XXIV

Нет ничего более легкого, чем предварительное нагревание бутылок на водяной бане.

Но как практически дешево и удобно осуществить прогревание больших количеств вина? От разрешения этого вопроса в большой мере зависит применение прогревания для консервирования простых сортов вина.

Я с удовлетворением отмечаю, что эта проблема была разрешена промышленностью в течение этого года несколькими различными путями. В Безье г. г. Жире и Винас прогрели уже около 10 000—15 000 гл вина и собрали ряд правильных наблюдений о больших преимуществах предварительного прогревания, особенно в применении к винам юга; в Нарбонне аппараты г-на Райналя также послужили для нагревания нескольких тысяч гектолитров вина. Я мог бы перечислить много других негоциантов и владельцев виноградников Франции, Испании, Австрии и даже Соединенных Штатов.

Но я имел неожиданное счастье встретить недавно и совершенно случайно в вашем городе весьма просвещенного торговца вином, г-на Россиньоля, который, со своей стороны, изобрел наиболее дешевую и простую установку. Я был бы поражен, если бы эта установка не была принята большинством негоциантов и владельцев виноградников.

Аппарат г-на Россиньоля, стоимостью 140 франков, нагревает 6 гл в час, расходуя в среднем 10—12 сантимов на гектолитр. Его

---

[1] Это тем более правильно в отношении интересующего нас вопроса, что Аппер когда-то уже высказал надежду, что его способ консервирования может улучшать вино, а еще раньше Шееле применил этот же способ к уксусу [2]. Но промышленность не обратила никакого внимания на этот способ предварительного прогревания.

[2] См. «Исследования о вине» и мой мемуар 1864 г. об уксуснокислом брожении *.

легко было бы построить и в значительно большем масштабе. Так как вы сможете, когда захотите, убедиться в преимуществах этого аппарата, потому что г-н Россиньоль не делает из него тайны и не берет патент, я вам его опишу во всех подробностях. Я уже убедил нескольких лиц принять эту установку, которой они удовлетворены теперь не меньше, чем сам г-н Россиньоль.

XXV

Аппарат (рис. 29) в основном состоит из бочки, *ee*, одно из доньев которой снято и заменено медным котлом *k*, вылуженным снаружи чистым оловом. Этот котел в виде открытой в своей верхней части трубки *h* тянется через всю бочку. Вино наливается в промежуток между стенками и котлом; последний наполнен водой и нагревается кирпичной печью, образующей круговое пламя. Вода никогда не доводится до кипения; температура ее почти равна температуре вина и определяется термометром *i*. Нет надобности опоражнивать котел или вновь его наливать; все время служит одна и та же вода. Лучше всего, если трубка *h* наполнена наполовину или на три четверти своей высоты в то время, когда вода достигает наиболее высокой температуры.

Кран, помещенный в нижней части бочки, позволяет сцеживать теплое вино и наполнять им бочонки. Для этого к крану присоединяют толстую резиновую трубку, как показано на рис. 30.

Как только бочка опорожнена, ее вновь наполняют, чтобы использовать тепло печи и воды в котле, приобретенное при предшествующей операции.

Когда надо на время прекратить нагревание, лучше наполнять аппарат вином. Если перерыв между двумя операциями должен длиться очень долго, например год, предпочтительнее наполнять аппарат водой и прогреть ее вначале для того, чтобы избежать ее последующей порчи.

Установка, принятая Россиньолем для такого соединения дна бочки с котлом, чтобы аппарат оставался непроницаем, достаточно надежна и удобна. Плоский луженый круг из меди *p* (рис. 29) припаян

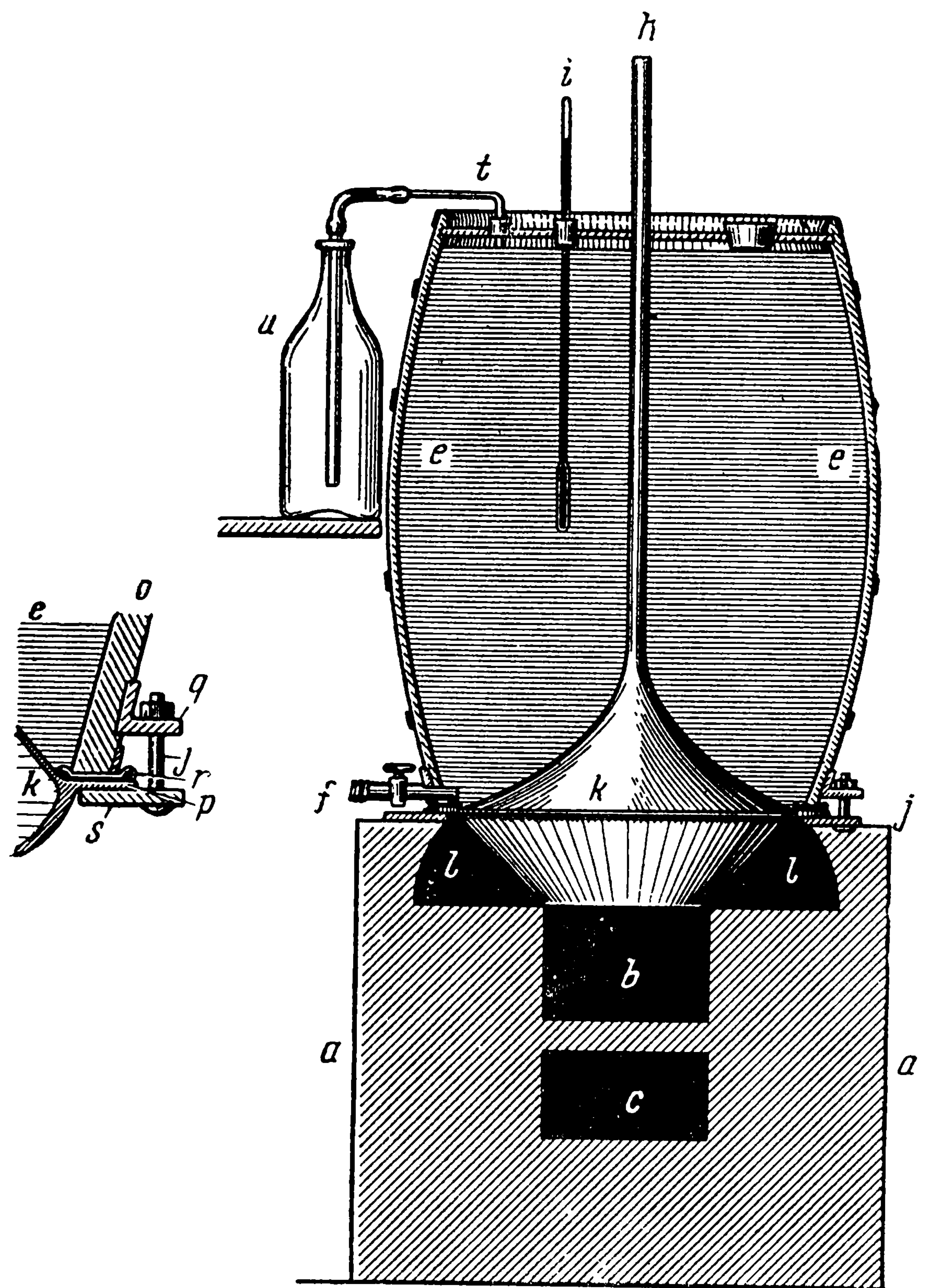


Рис. 29

к котлу так, что края его выдаются за края котла. Он заключен между двумя другими кругами, из которых один *s* сделан из достаточно толстого железа, другой же, *r*, толщиной около 1—2 см. Бочка покоится краями своих стенок на каучуковом круге. Наконец, имеется железный круг, слегка врезанный в дерево стенок, с железными же угольниками *q*, которые к нему прикреплены на некотором расстоянии друг от друга. Через эти угольники проходят железные болты *j*, которые скреплены с большим кругом *s* и снабжены гайками. Закреп-

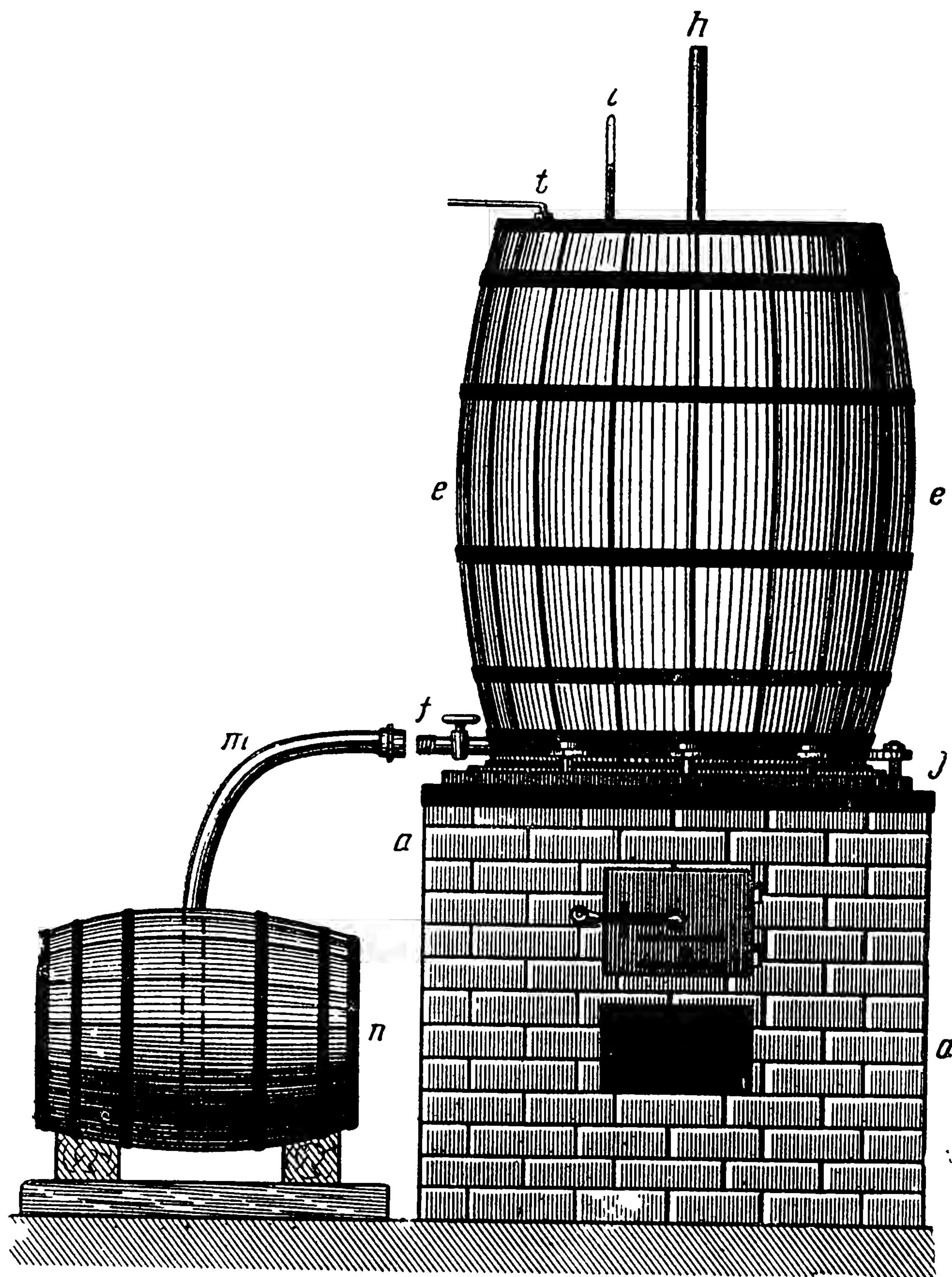


Рис. 30

ляя эти последние, сдавливают каучук между деревом стенок и припаянным к котлу кругом *p*; это дает вполне герметическую закупорку [2].

Различными приспособлениями можно увеличить поверхность той части котла, которая находится в соприкосновении с вином

[2] Вместо того чтобы вгонять в дерево круг, несущий угольники с болтами, было бы желательно соединить его несколькими железными полосами с кругом, который находится над средней выпуклой частью бочки.

и которая его нагревает. Я не буду на этом останавливаться. Круговое пламя, охватывающее котел, дает большую экономию топлива.

Было бы желательно поставить круг *s*, на котором помещается весь аппарат, на ряд кирпичей и углубить ту часть котла, которая находится в печи; каучук тогда меньше нагревался бы. Впрочем, опыты показывают, что он может сохраняться очень долго.

Г-н Россиньоль не наливает до нагревания бочку доверху, так как вино от повышения температуры расширяется. Вследствие этого вино соприкасается с некоторым объемом воздуха. Я уже объяснил в своих «Исследованиях о вине», что контакта с воздухом следует избегать, если не хотят, чтобы вкус и цвет вина изменились вследствие быстрого окисления, которое вызывает искусственное старение вина. Можно показать, что следует опасаться старения такого рода. Вообще предпочтительно его избегать, тем более, что оно сопровождается появлением привкуса уваренности. Этого никогда не случается, если вино очень короткое время нагревается в отсутствие воздуха. Нагревание в таких условиях делает вино устойчивым, не изменяя при этом его цвета, который становится лишь более ярким, и не изменяя его вкуса, который становится более *мягким*, так как жар удаляет более или менее значительные количества углекислоты, растворенной обычно в вине.

Можно было бы наливать бочку доверху, если укрепить на ее верхнем дне стеклянную или жестяную трубку, посредством которой расширяющееся вино переводилось бы в соседний сосуд, как я это и изобразил.

Есть еще и другое обстоятельство, из-за которого вино может подвергнуться быстрому окислению. Это бывает после переливания его в бочки. Я не хочу говорить о действии воздуха на вино в тот момент,

---

Можно было бы также придать бочке несколько коническую форму чана. Это увеличивало бы поверхность нагрева верхних стенок котла. В этом случае при сжимании болтов давление, испытываемое кругом, несущим угольники, не имело бы другого результата, кроме более сильного соединения клепок, причем, благодаря сжатию каучукового круга, производилась бы герметическая закупорка.

когда оно вытекает из широкой резиновой трубки (рис. 30). Быстрота, с которой бочки наполняются, уменьшает вред от соприкосновения вина с воздухом во время этой операции. Но после того как бочки наполнены теплым вином и хорошо *долиты*, в них вслед за охлаждением вина образуется естественная пустота, и в бочки через клепки и места их соединения проникает соответствующий объем воздуха. Кислород растворяется в вине и окисляет его. Г-н Россиньоль наполняет остывшие бочки заранее согретым вином.

Если считают полезным избегать также действия этой новой порции воздуха, то легко соединить бочку, сразу после наполнения ее теплым вином, с сосудом, содержащим теплое или уже остуженное вино. Такое соединение удобно осуществляется при помощи резиновой трубки, надетой на маленькую металлическую трубку, которая проходит в отверстие около шпунта.

После того как наполненная вином бочка остынет, затыкают отверстие обычным способом — маленькой деревянной пробкой.

Наполненные таким образом бочки могут путешествовать, пересекать моря, объездить весь свет, и вино в них не подвергнется никакому заболеванию. По этому можно судить, какое значение будет иметь этот простой и дешевый метод для винной торговли всех винодельческих стран.

Другие, не менее важные преимущества могут присоединиться к только что упомянутым. Можно будет оставлять вино в бочках без сцеживания на какое угодно время. Кроме того, вино будет сохраняться в подвалах так же хорошо, если еще не лучше, нежели в погребах.

Я убежден, что пользование погребами, иначе говоря, сохранение вина при низкой температуре, вызвано главным образом необходимостью избегать болезней вина. Пусть будут созданы условия для неопределенно долгого сохранения вина, и можно будет тогда обойтись без погребов. Я скажу то же о частых переливках и осветлении вина, необходимость которых, по моему мнению, вызывается легкостью, с которой вина портятся.

Я твердо надеюсь, что применением предварительного нагревания можно будет радикально изменить все старые приемы виноделия.

XXVI

В том, что я говорил выше, я исходил из предположений, что вино, налитое в бочки еще теплым и остывшее в них, прямо из бочек разливается в бутылки или идет в потребление и что не приходится беспокоиться ни о переливках, ни об оклейке, ни об осадках, получающихся в результате медленного окисления. Речь идет, таким образом, о новом способе ухода за вином, не известном виноделам и торговцам. Этот способ даст такие вина, о которых мы на сей день не имеем еще никакого представления.

Но будет вполне естественно, если вы меня спросите, можно ли обращаться с вином, подвергшимся прогреванию, обыкновенным способом, т. е. переливать его, оклеивать и т. д. Вот мой ответ на этот вопрос. Он вытекает из опытов, упомянутых в моих «Исследованиях о вине», показавших, что вино во время этих операций, совершающихся при доступе воздуха, может наполниться зародышами, которые его портят, а именно — зародышами *mycoderma aceti* и *mycoderma vini*. Но такой эффект получается значительно реже, если вино подвергалось прогреванию. Это происходит потому, что зародыши, вызывающие порчу вина, живут главным образом именно в самом вине. Воздух содержит их относительно так мало, что предохранение вина от зародышей тайнобрачных растений, которые естественно находятся в вине, имеет уже большое значение.

Как бы то ни было, всегда предпочтительнее проводить вышеупомянутые операции и *купажи* (если их производят вообще) до прогревания вина.

По этим же соображениям я рекомендовал не придавать работе нагревательных аппаратов характера непрерывности с охлаждением вина в этих же аппаратах. Расход топлива так мал, что это преимущество не может иметь значения. Наоборот, весьма полезно переливать еще теплое вино в бочки, в которых оно должно сохраняться или перевозиться. Его первоначальная теплота окажется более чем достаточной, чтобы уничтожить жизнеспособность всех зародышей бочек.

В опыте, проведенном с только что описанным аппаратом, вино в бочке нагревательного аппарата имело температуру 60°. После того как вино было перелито в холодную бочку, температура его равнялась еще 58—59°; таким образом, оно потеряло при переливании лишь 1—2° [3].

XXVII

Г-н Россиньоль прогрел в своем аппарате уже более 500 бочек белого и красного вина, преимущественно вин Орлеана, Шаранты и Жиронды. Вина прекрасно сохраняются и легко осветляются. Нет более вин, испорченных *турном*, *ожирением* или *скисанием*. Самые простые вина, наиболее быстро мутящиеся и портящиеся, по словам Россиньоля, остаются прозрачными до последнего литра даже в тех случаях, когда торговцы опоражнивают бочку в течение пятнадцати дней или шести недель.

XXVIII

Не меньше преимуществ дает прогревание вин уксусных заводов.

Любое вино, мутное или прозрачное, становится после прогревания более пригодным для уксусного завода, нежели натуральное вино.

Наконец, если прогреть уже готовый уксус, то он становится устойчивым, потому что он освобождается от активных зародышей *mycoderma aceti* и угриц. Его оклейка сильно облегчается; он приобретает цвет и прозрачность старого уксуса.

Если опасаться слишком быстрого изнашивания аппарата Россиньоля, то можно посеребрить наружные стенки котла [4].

---

[3] Однако я был бы неправ, если бы настаивал на приспособлениях, которые еще недостаточно проверены опытом. Дело промышленности решить вопрос о том, надо ли вести прогревание в аппаратах непрерывно или с перерывами.

[4] Когда вино или уксус прогреты, они должны, прежде чем поступить в продажу, остыть в своих бочках. Нельзя ли было бы использовать их теплоту для обогревания уксусного завода?

XXIX

Все эти результаты, которые я имел честь изложить вам, представляются весьма обнадеживающими.

Для людей, посвящающих себя научной работе, нет ничего более приятного, чем увеличивать число открытий, но они испытывают наибольшую радость, когда их наблюдения приносят непосредственную практическую пользу. Разрешите же мне, заканчивая наше собеседование, публично поблагодарить ваших сограждан, г. г. Бретон-Лорион и Россиньоля, доставивших мне удовлетворение увидеть здесь же, в Орлеане, применение результатов моих исследований о вине и уксусе.

Я желаю лишь одного, а именно, чтобы в Орлеане и во всей Франции нашлись многочисленные их подражатели.

ИССЛЕДОВАНИЯ О ВИНЕ, ЕГО БОЛЕЗНЯХ И ПРИЧИНАХ, КОТОРЫЕ ИХ ВЫЗЫВАЮТ. НОВЫЕ СПОСОБЫ ЕГО ХРАНЕНИЯ И УСКОРЕНИЯ СОЗРЕВАНИЯ *

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ПРИЧИНЫ БОЛЕЗНЕЙ ВИНА

ВВЕДЕНИЕ

Площадь, занятая во Франции виноградниками, превышает 2 млн. га и с каждым годом значительно расширяется.

Эти 2 млн. га дают ежегодно приблизительно 50 млн. гл вина, средняя стоимость которого превосходит 500 млн. франков. «После культуры зерновых,— говорит Шапталь,— наибольшее значение для Франции имеет виноград». Если учитывать, что во многих областях нашей страны почва и климат очень хорошо подходят для культуры винограда, что только один департамент Эро производит более семи миллионов гектолитров вина,— в три раза больше, чем королевство Португалия [1], а также, что, благодаря беспрерывно увеличивающемуся числу торговых соглашений между Францией и цивилизованными странами, французские вина имеют хождение на всех важнейших рынках мира, то легко понять, что вино может стать для нашей страны предметом торговли, представляющим такую ценность, о которой на сегодняшний день трудно составить себе верное представление **.

К сожалению, французские вина плохо переносят длительные перевозки. Они страдают от различных болезней, как, например, *уксуснокислое брожение*, *пусс*, *ожирение*, *прогоркание и т. д.* Доставленные к месту своего назначения, они портятся в неподходящих для

---

[1] Данные, сообщенные депутатом департамента Эро г-ном Пажези (1864).

их хранения подвалах и тем быстрее, чем менее опытен покупатель, будучи лишены того тщательного ухода, который превращает приготовление вина в искусство, даже во Франции известное немногим.

Весьма просвещенный английский торговец писал мне 29 октября 1863 г.: «Во Франции удивляются, почему торговля французскими винами в Англии не приобрела более широкого размаха после подписания торгового соглашения. Это объясняется очень просто. Вначале мы охотно покупали эти вина, но очень быстро убедились в печальной очевидности, что эта торговля приводит к большим убыткам и бесконечным затруднениям вследствие болезней, которым подвержены вина».

Действительно, все столовые вина легко портятся и, часто, наилучшие вина являются наименее стойкими. Каждый год, например, болезнь, известная под названием *прогоркания*, поражает значительное количество наиболее ценных бургундских вин. Чем больше я углублялся в изучение болезней вина, тем сильнее я убеждался, что вызываемые ими потери громадны.

Виноделы и торговцы охотно уверяют, что у них имеются вина только безупречного качества и что они знают, каким образом, благодаря разумному уходу, удается избежать порчи вина. Обычно подобные утверждения диктуются практической заинтересованностью или же самолюбием. В свою очередь я считаю возможным утверждать, что может быть во Франции нет ни одного подвала, как у богатых, так и у бедных, в котором бы не содержалось некоторого количества более или менее испорченного вина. На основании этого мы можем составить себе представление о распространенности болезней вина.

Обеспокоенный ущербом, который наносят болезни вина торговле этим продуктом, Император * соблаговолил поощрить мои исследования, направленные на изучение этого важного вопроса, цель которых заключалась в изыскании возможных средств, предупреждающих появление любой из этих болезней.

Работа, которую я в настоящее время публикую, написана с целью ознакомить с результатами моих исследований. Если я не заблуждаюсь, я установил истинные причины различных болезней вина и открыл простой и удобный метод их предупреждения.

СТАРЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРИЧИНАХ БОЛЕЗНЕЙ ВИН

Авторы, писавшие о вине, рассматривали его до сих пор как жидкость, в которой различные составные части беспрестанно воздействуют одна на другую в результате взаимосвязанных и медленно протекающих реакций. «Вино,— говорили они,— всегда находится в работе». Когда брожение виноградного сусла закончилось, равновесие между различными составными частями вина еще не установилось. Для этого необходим известный период времени, в течение которого составные части вина как бы сплавляются между собою. Они добавляли, используя столь же неясную терминологию, что если развитие этих взаимных воздействий между веществами, составляющими вино, не происходит равномерно, то возникают болезни вина.

Эта видимость объяснения старения и болезней вина лишь подтверждала хорошо известные различия между старыми и молодыми винами и столь же достоверное существование спонтанной порчи вина. Однако было сделано несколько попыток разработать теорию относительно причин, вызывающих болезни вина. Я укажу их происхождение и их обоснование.

Во второй половине последнего века все, что касалось брожения, вызывало большой интерес. В то время, когда крупные ученые старались пролить некоторый свет на эти таинственные явления, многие научные общества учреждали премии для изучающих этот вопрос. Это движение, блестящее участие в котором приняла Академия наук, благодаря работам своих членов и в особенности благодаря исследованиям Лавуазье о спиртовом брожении *, не осталось бесплодным даже за границей. Специального упоминания здесь заслуживают исследования итальянского ученого Фаброни, которому в 1875 г. была присуждена премия Флорентийской академией. Премия предназначалась за создание теории винного брожения, подтвержденной опытом и которую можно было бы применить для изыскания средств, позволяющих получить из каждого типа сусла, в зависимости от природы его составных частей, вина, обладающие наилучшими качествами, и в *особенности вина, способные выдерживать перевозки и длительное хранение.*

Работа Фаброни были переведена с итальянского и опубликована в Париже в 1801 г. * Кроме того, автор во время своего пребывания в 1798 г. во Франции, куда он приезжал по приказу своего правительства, чтобы принять участие в разработке системы мер и весов, оставил статью, посвященную тому же вопросу в Парижском обществе любителей наук. Краткий критический разбор этой работы, сделанный Фуркруа, был напечатан в XXXI томе «Химических летописей» **. Из этой работы и следует почерпнуть некоторые идеи Фаброни, потому что они были опубликованы позднее, чем его первый труд, и уже освободились от затемнявшей их гипотезы флогистона.

К тому же единственный пункт в наблюдениях Фаброни, который действительно заслуживает нашего внимания и который придает особый интерес его наблюдениям, является пункт, касающийся состава фермента. Действительно, Фаброни первый установил, что фермент по своей природе принадлежит к веществам, которые мы называем теперь *белковыми*. Но справедливость требует напомнить, что г-н Тенар в своей хорошо известной работе много сделал для уточнения этого взгляда ***.

Фуркруа излагает следующим образом одно из положений, высказанных Фаброни: «Вещество, которое разлагает сахар в процессе брожения вина, является растительно-животным веществом; оно содержится в специальных маленьких пузырьках как в винограде, так и в пшенице. При раздавливании винограда это клейковинное вещество (клейковина) смешивается с сахаром точно таким же образом, как смешиваются находящиеся в каком-либо сосуде кислота и карбонат; как только два вещества придут в контакт, начинается образование пены или возникает брожение аналогично тому, что происходит и во всех других химических реакциях» ****.

Оставим в стороне очевидные ошибки, содержащиеся в этом утверждении. Они были во многих отношениях даже более значительны, чем мы можем предполагать на основании приведенной здесь цитаты Фуркруа. Что следует отметить в данном случае, так это сходство или идентичность между клейковиной и ферментом, которые устанавливает Фаброни.

Говоря о растительно-животном веществе, Фаброни подразумевает клейковину, которую Беккари ранее выделил из муки. Фаброни излагает следующим образом способ приготовления этого вещества: «Следует приготовить густое тесто такое же, какое приготовляют для хлеба, а затем отмывать его в проточной воде, пока вода не перестанет окрашиваться в белый цвет. Вязкая клейкая масса, остающаяся в руках, и является растительно-животным веществом» *.

К тому же Фаброни было известно, что эта растительно-животная основа обнаруживается в большинстве растительных органов. Наличием этого вещества он и объяснял уже известные в его время опыты, с помощью которых установили, что брожение начинается после добавления к воде, содержащей сахар, различных растительных или животных веществ. Как известно, подобные опыты за последние тридцать — сорок лет были поставлены в самых различных модификациях. Так, например, маркиз де Бюльон наблюдал, что брожение сахара начинается лишь после добавления к нему растертых листьев винограда [2]. «Этот опыт,— говорит Фаброни,— подтверждает мое мнение о том, что растительно-животное вещество играет важную роль в быстром течении процесса винного брожения, так как в этом опыте добавленные листья, помимо слизистых и смолоподобных соединений, содержат еще вещество, аналогичное растительно-животному веществу муки...» **. Руэль-младший показал, что в крахмале, полученном из зеленых растений, содержится растительно-животное

---

[2] «В течение августа этого года я оставил бродить 120 пинт воды, 120 унций сахара и 1,5 фунта винного камня; смесь стояла в течение трех месяцев без малейших признаков брожения. На основании этого опыта я пришел к выводу, что для возникновения винного брожения необходимы и другие продукты, помимо воды, сахара и винного камня, и что для этого совершенно необходимы смолоподобные экстрактивные вещества. Поэтому я добавил к вышеуказанной смеси 16 фунтов растолченных листьев винограда: в течение 15 дней смесь интенсивно бродила: затем, перегоняя ее, я получил 4 пинты водки. Я оставил бродить такое же количество воды и листьев винограда без сахара и без винного камня: брожение в этой смеси протекало слабо, и при сгонке ее я получил лишь кисловатую воду» (Маркиз de Bullion. Sur les causes de la fermentation vineuse et sur les moyens de prefectionner là qualité des vins. Jonrnal de physique, t. 29, 1786, p. 3—7).

вещество, во всех отношениях сходное с веществом, обнаруженным в пшенице. Затем, подражая маркизу де Бюльону, он проводил опыты не с листьями, а с другими частями растений, например с цветами бузины, и получил в данном случае более быстрое сбраживание, чем после добавления листьев щавеля *, которые применил маркиз де Бюльон. Он объясняет это более значительным содержанием белковых веществ в цветах бузины, по сравнению с листьями щавеля.

После упоминания этих деталей было бы, пожалуй, излишне добавлять, что Фаброни проводил многочисленные опыты по винному брожению с водой, содержащей сахар, смешанный с винным камнем и клейковиной. Таким образом, в отношении этого брожения Фаброни знал столько же, сколько знали в наше время, до начала моих исследований, относительно молочнокислого, маслянокислого и других брожений.

Его опыты похожи на опыты, проводимые современными авторами [3]. Для ознакомления с этим вопросом можно посоветовать прочитать интересные работы о брожениях г.г. Колена, Либиха, Фреми, Бертло **, а также различных немецких химиков, краткое описание которых приводится в руководстве по органической химии г-на Жера-

---

[3] «Я приготовил и другое искусственное сусло следующего состава:

Сахар	864	части
Камедь	24	»
Винный камень	24	»
Винная кислота	3	»
Растительно-животное вещество	36	»
Вода	3456	»

Я поместил эту смесь в термостате при температуре, колеблющейся от 32 до 35° по Реомюру, и оставил ее там в течение 6 дней; и через день, иначе говоря, на восьмой день от начала опыта, я убедился, что жидкость начинает пениться и бродить; после этого я поместил жидкость при постоянной температуре 12°, но видя, что брожение слишком замедлилось, я ее поставил снова при прежней температуре и установил, что интенсивность брожения восстановилась. Я получил из этого сока своеобразный сидр, очень приятный на вкус» (Фаброни).

ра *. Фаброни можно совершенно справедливо рассматривать как основоположника современных идей о природе ферментов. Лавуазье выяснил природу брожения с точки зрения состава сбраживаемого вещества и его превращений под влиянием ферментов. Работа Фаброни, несмотря на то, что она значительно слабее работы Лавуазье по точности и важности приведенных в ней результатов, наоборот, пролила некоторый свет на природу вещества, вызывающего брожение. Если мы оставим в стороне точные и плодотворные высказывания Каньяр-де-Латура **, рассматривавшего позднее пивной фермент, как организованное существо, то в разрешении этих двух вопросов Лавуазье и Фаброни ушли так же далеко, как и современные авторы.

Вернемся к искусству виноделия. Оставалось применить на практике теоретические исследования Лавуазье и Фаброни. Необходимо было довести результаты этих работ до практиков виноделия; другими словами, необходимо было написать руководство по виноделию на основе фактов, открытых Лавуазье по разложению сахара на спирт и углекислоту, и данных о влиянии белковых веществ на процесс брожения согласно взглядам Фаброни. Это как раз и было сделано с большим талантом искусным химиком, проявляющим большую заботу об общественном благе и хорошо известным практическими применениями химии, в чем он совершенно правильно видел один из важнейших источников общественного богатства. Я говорю в данном случае о графе Шаптале. Член Французской академии, государственный советник Шапталь незадолго до своего назначения министром внутренних дел не отказался опубликовать руководство по искусству виноделия, которое и сегодня читается с таким же интересом и неменьшей пользой, чем более поздние работы по этому вопросу. Первые попытки разработать теорию о причинах, вызывающих болезни вина, мы находим в издании 1808 г. [4]***.

---

[4] «L'art de faire le vin» Шапталя было опубликовано впервые в 1799 (1800) г. в «Annales de chimie» и в курсе сельского хозяйства аббата Розье. В этом первом издании говорится о болезнях вина без указания на определенные причины, которые их вызывают.

«Чтобы лучше понять,— говорит Шапталь,— перерождение, которому подвержены вина, необходимо напомнить некоторые из принципов, которые мы развивали ранее.

Винное брожение обусловлено лишь взаимодействием между сахаром и ферментом или растительно-животным веществом.

1. Если эти два основных элемента брожения находятся в сусле в соответствующих пропорциях, то оба они должны полностью разложиться, и после прекращения брожения в вине не должно оставаться ни сахара, ни фермента; в этом случае можно не бояться какого-либо последующего перерождения вина, потому что в вине более не содержится никаких зародышей разложения...

2. Если в сусле сахар преобладает над растительно-животным веществом или ферментом, то этот последний будет целиком использован для разложения лишь части сахара и вследствие этого у вина сохранится сладкий вкус...

Подобные вина могут храниться без изменения любое время...

3. Но если в сусле дрожжи или фермент преобладают над сахаром, части фермента хватит для разложения всего сахара. Оставшийся фермент как раз и вызывает почти все болезни, свойственные вину. Действительно, этот элемент брожения, оставаясь постоянно в вине, или реагирует с составными частями жидкости и в этом случае вызывает кислое перерождение вина, или же он выделяется из жидкости, в которой находился в растворенном состоянии, и придает ей вследствие этого консистенцию сиропа, что соответствует появлению болезней, известных под названием *ожирение*, *тягучесть* и т. д.»

Здесь не место говорить о преувеличениях, содержащихся в высказываниях Шапталя. Я ограничусь лишь замечанием, что эти мнения, касающиеся причин, вызывающих болезни вина, господствуют в нашей науке еще в настоящее время. Авторы, сменившие Шапталя, не предложили других, более достоверных объяснений; они ограничились лишь воспроизведением этих мнений в различных формах. К тому же это объяснение находится в полном соответствии с теориями брожения г.г. Либиха и Берцелиуса *, нашедших, как казалось, свое подтверждение и в работах, проведенных во Франции.

В заключение мы можем сказать, что до настоящего времени вино считают жидкостью, составные части которой беспрестанно реагируют между собой, жидкостью, постоянно находящейся в состоянии внутренней молекулярной работы. Если в ней содержится азотистое соединение типа клейковины или, как говорят теперь, типа белка, то это вещество под влиянием неизвестных причин может изменяться, портиться и вызывать различные болезни вина.

НОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРИЧИНАХ БОЛЕЗНЕЙ ВИН И ОПИСАНИЕ ЭТИХ БОЛЕЗНЕЙ

Принципы, которые я излагаю в этой работе и которые, как мне кажется, являются результатом внимательного наблюдения фактов, очень отличаются от того, что я говорил выше.

В первую очередь я постараюсь доказать, что вино не *работает* само по себе в такой степени, как это предполагалось. Без сомнения, вино является смесью различных веществ, среди которых имеются кислоты и спирт. Поэтому со временем в нем должны образовываться специфические эфиры; возможно, что подобного типа реакции происходят и между другими соединениями, содержащимися в вине. Но если мы и не можем отрицать достоверность этих данных, потому что они были установлены, исходя из общих законов, подтверждены и обобщены последними работами, то мне кажется, что использование их для объяснения старения вин или их болезней, одним словом, для объяснения тех основных изменений в хорошую или плохую сторону, которые, несомненно, происходят в винах, является необоснованным. Один из важнейших результатов моей работы как раз и заключается в установлении того факта, что качественные изменения, которые наблюдаются в вине при хранении его в бочках или бутылках, имеют своей причиной *внешние воздействия на его нормальный состав*. Как я надеюсь, мне на основании моих наблюдений и опытов удастся показать, что старение вина — это в основном окислительный процесс, происходящий под влиянием кислорода воздуха, который проникает в вино различными путями и растворяется в нем. Кроме того, я покажу, что вторым источником изменений, происходящих в вине,

является не спонтанное действие белкового вещества, изменившегося в результате воздействия неизвестных причин, а наличие микроскопических растительных паразитов, которые находят в вине благоприятные условия для их развития и изменяют его или в результате поглощения соединений, используемых для питания, или же, в основном, вследствие появления новых продуктов, образующихся при размножении этих паразитов.

Отсюда вытекает точный и ясный вывод: для предупреждения болезней вина достаточно найти способ, который обеспечил бы гибель зародышей паразитов, вызывающих эти болезни, и, таким образом, помешал их последующему развитию.

Мы увидим, насколько легко достигнуть этой цели.

А

Болезни скисания вина — слабо прокисшие, сильно прокисшие вина и т. д.

Я начну с наиболее распространенной из всех болезней вина, болезни, в результате которой вино скисает, становится слегка кислым или очень кислым и т. д.

«Скисание вина,— говорит Шапталь,— это наиболее распространенная, можно даже сказать, наиболее естественная болезнь, так как она является продолжением спиртового брожения.

Для действительного понимания этой болезни необходимо напомнить несколько основных положений; лишь они могут пролить свет на это явление.

Мы многократно наблюдали, что брожение сусла происходит лишь в результате перемешивания сахара с растительно-животным веществом; однако эти два основных вещества могут находится в сусле в весьма различных соотношениях. В тех случаях, когда в вине содержится большое количество сахара, растительно-животное вещество полностью используется на его разложение; его даже может не хватить. Таким образом, вино остается сладким, напоминает наливки, и мы можем не бояться какого-либо перерождения этого вина. Когда же, наоборот, растительно-животное вещество находится в избытке по сравнению с сахаром, то последний полностью разлагается,

прежде чем первое будет окончательно абсорбировано; *и тогда в вине остается фермент, который, воздействуя на другие составные части вина, соединяется с кислородом атмосферного воздуха и вызывает кислое перерождение этой жидкости...»*

«Предупредить эти нежелательные результаты,— добавляет Шапталь,— можно лишь, осветляя вино «оклейкой» *, обрабатывая сернистым газом и переливая его для того, чтобы удалить весь содержащийся в нем фермент, а также добавляя к вину сахар или очень сладкое сусло, чтобы вызвать продолжение спиртового брожения и таким образом использовать все растительно-белковое вещество на образование спирта» **.

Так применил Шапталь свою общую теорию о причинах заболевания вина для объяснения частного случая скисания вина.

В вине содержится белковое вещество, которое под влиянием различных, еще плохо изученных факторов становится способным абсорбировать кислород воздуха и окислять спирт. Среди этих факторов очень важную роль играет повышение температуры.

Аналогичное мнение разделяется г-ном Либихом и было изложено позднее в более точных выражениях в его руководстве по органической химии.

«Чистый или разбавленный водою спирт,— говорит г-н Либих,— не окисляется на воздухе. Вино, пиво и вообще все сброженные жидкости, в которых помимо спирта содержатся посторонние органические вещества, при определенной температуре в контакте с воздухом нередко окисляются. Чистый разбавленный водою спирт претерпевает такие же изменения, когда к нему добавляют некоторые органические вещества, как, например, проросший ячмень, вино, виноградную мезгу, фермент или даже уже образовавшийся уксус.

При рассмотрении всего явления в целом, не может возникнуть ни малейшего сомнения в отношении роли, которую играют эти азотистые вещества в окислении спирта. Они позволяют спирту абсорбировать кислород воздуха, так как сам спирт этим свойством не обладает. Окисление спирта — это явление абсолютно такого же порядка, как и образование серной кислоты в свинцовых камерах; как кислород воздуха переносится на сернистую кислоту посредством

двуокиси азота, так и органические вещества в присутствии спирта поглощают кислород и приводят его в особое состояние, в результате чего этот газ может абсорбироваться спиртом» *.

Я доказал в другой работе [5], что такой взгляд совершенно неприемлем и что так называемое *уксуснокислое* брожение происходит под исключительным воздействием живых существ, действующих подобно черной губчатой платине. Между этой теорией и прежней теорией Шапталя и г-на Либиха, которую я только что изложил, имеется существенная разница. Вместо того чтобы наделять азотистые соединения вина, пива, сидра, дрожжей и т. д. свойством конденсировать и переносить кислород воздуха, я считаю, что этим свойством обладает лишь микодерма и что всякий раз, когда смесь азотистых органических соединений со спиртом дает при известной температуре уксусную кислоту, это означает, что без ведома экспериментатора в жидкости образовалась микодерма. Эти различия между двумя мнениями, несмотря на то, что на первый взгляд они могут показаться весьма незначительными, в действительности же представляют очень большую важность как для создания общей теории брожения, так и для промышленности.

Не возвращаясь к многочисленным экспериментальным доказательствам, содержащимся в моей работе, опубликованной в «Научных летописях Эколь Нормаль» **, я тем не менее должен привести некоторые наблюдения, на которых я основываюсь, когда распространяю на болезни вина наиболее важный вывод этой работы, а именно: никогда окисление жидкости, содержащей спирт, не происходит в отсутствие микроскопического гриба, получившего название *mycoderma aceti.*

Прежде чем углубиться в детальное рассмотрение этих наблюдений, следует сказать несколько слов по поводу истории этого маленького гриба и некоторых особенностей его развития.

Ботаники, занимающиеся описанием микроскопических организмов, приписывают Персону (1822), Демазьеру (1825) или Кютцингу

---

[5] «Memoire sur la fermentation acetique. Annales scientifiques de l'Ecole Normale superieure», t. 1, 1864, p. 113—158 (с пятью рисунками) и в особенности мои «Etudes sur le vinaigre». Paris, Gauthier-Villars, 1868.



Рис. 31. Болезни скисания вина (слабо прокисшие, сильно прокисшие вина и т. д.) Уксусная цвель (*mycoderma aceti*). Очень молодой фермент. × 600

(1838) * заслугу установления растительной природы жирных пленок, которые, как мы знаем, с такой легкостью образуются на поверхности вина, пива, уксуса; однако Шапталь установил растительную природу этих пленок значительно раньше.

«Явление,— говорит Шапталь,— которое столь же поражало, как и затрудняло различных авторов, писавших о болезнях вина, заключалось в так называемой *цвели вина*. Она образуется в бочках, но особенно часто в бутылках, в которых располагается в верхней суженной части. Появление цвели предупреждает о кислом перерождении вина и постоянно предшествует ему. Она появляется в бо́льших или меньших количествах почти во всех сброженных жидкостях в зависимости от содержания в них экстрактивных веществ...

Цвель, которую я принимал сначала за осадок винного камня, является, по моему мнению, растительным организмом, истинным *тайнобрачным растением*, которое встречается в этом сбраживаемом веществе. При высушивании ее объем становится ничтожным; в высушенной цвели удается обнаружить немного водорода и большое количество углерода.

Это начало или зачаточную растительность (развивающуюся всякий раз, когда происходит разложение органической материи) не следует, как мне кажется, уподоблять высшим растениям... Подобные явления наблюдаются всегда при любом разложении органических существ» **.

Mycoderma aceti— одно из самых низко организованных растений. На рис. 31 она изображена на стадии образования. Микодерма состоит в основном из цепочки члеников, обычно несколько суженных посредине. Диаметр этих элементов слегка меняется в зависимости от условий, в которых растение образовалось и развилось. Диаметр молодых элементов равняется в среднем 1,5 тысячных миллиметра. Длина элементов более чем в два раза превышает их диаметр, и так как эти элементы несколько сужены посредине, то в некоторых случаях, и особенно когда суженная часть микодермы короткая, может создаться впечатление, что два маленьких шарика соединились вместе. Если мы рассматриваем слой, более или менее плотную пленку, состоящую из этих элементов, то можно подумать,



Рис. 32. Цвель вина (*mycoderma vini*).

Когда цвель вина находится в столь чистом состоянии* (как это изображено на рисунке) качество вина или совсем не изменяется, или изменяется очень незначительно. ×690.

* Под словами «в столь чистом состоянии» подразумевается полное отсутствие паразитов, изображенных на рис. 31.

что у нас перед глазами находится скопление маленьких зерен или шариков; однако это совершенно не так. Если бы мы не установили строения элементов *mycoderma aceti,* то мы могли бы спутать эту микодерму с ферментами, состоящими из цепочек зерен такого же диаметра, но которые, однако отличаются от нее по своим химическим свойствам.

Способ размножения этих элементов не вызывает никаких сомнений, каждый из них все больше и больше суживается посредине и образует в конце концов два новых шарика или членика, у которых при увеличении размеров в свою очередь образуется сужение посредине и т. д. Многие инфузории и в особенности вибрионы размножаются аналогичным образом.

Можно приготовить среды, на которых эти растения развиваются с необычайной быстротой. Возьмем, например, жидкость, состоящую из 100 частей дрожжевой воды, приготовленной из пивных дрожжей [6] или воды, которую прокипятили вместе с осадком вина, 1 или 2 части уксусной кислоты, 3 или 4 части спирта и посеем на ее поверхности несколько кусочков *mycoderma aceti* при температуре приблизительно 20°; на следующий день, а чаще всего через день, поверхность жидкости, какова бы ни была ее величина, полностью покрывается пленкой, состоящей исключительно из маленьких элементов микодермы, расположенных в виде переплетающихся цепочек. Невозможно даже представить себе, каким образом можно было бы установить число образовавшихся элементов в течение сравнительно очень корсткого периода времени.

[6] Взять пивные дрожжи, имеющие консистенции теста, (или осадок вина) и прокипятить их в воде в течение четверти часа из расчета 50 или 100 г дрожжей на литр воды, затем профильтровать, чтобы получить совершенно прозрачную жидкость: это я и называю дрожжевой водой. Для определения содержания в дрожжевой воде растворимых экстрактивных веществ выпаривают 100 см^3 жидкости, осадок высушивают в термостате с кипящей водой. Осадок содержит белковые и другие вещества, а также фосфаты щелочных и щелочноземельных металлов, которые и являются прекрасными азотистыми и минеральными питательными веществами для большинства ферментов как растительного, так и животного происхождения. Пиво, вино, сидр и т. д. содержат аналогичные вещества. Шапталь и Либих (цитировано выше), основываясь на идеях Фаброни, ошибочно рассматривают эти вещества как ферменты.

Каким образом можно получить первый раз посевной материал, состоящий из *mycoderma aceti*? Нет ничего проще. Жидкость, состав которой я только что привел, или какая-либо другая аналогичная ей среда через более или менее длинный промежуток времени (2, 3, 4 дня, а иногда несколько больше) покрывается пленкой *mycoderma aceti*. Жидкость помещают для этого в кристаллизатор, покрытый стеклянной пластинкой. В пыли, находящейся в воздухе, или на поверхности стенок кристаллизатора, или в самой жидкости, всегда содержится несколько зародышей, могущих вызвать развитие этого маленького гриба *. Для того чтобы микодерма не появилась, необходимо предпринимать специальные меры предосторожности, например, смешивать жидкости горячими, промыть кипятком кристаллизатор и т. д., одним словом, произвести все манипуляции, убивающие зародышей низших организмов. В этом нетрудно удостовериться, так как если мы будем принимать меры предосторожности для поддержания чистоты, на которые я только, что указал, то, несмотря на работу в контакте с обычным воздухом, мы убедимся в том, что спонтанное появление этих растений можно задержать по желанию экспериментатора.

Вот состав некоторых других сред, очень подходящих для спонтанного появления *mycoderma aceti,* иначе говоря без непосредственного внесения посевного материала. Для примера я приведу следующий рецепт: 1 объем простого красного или белого вина, 2 объема воды и 1 объем уксуса или же 1 объем пива, 1 объем воды и 0,5 объема уксуса. Я говорю здесь о столовом уксусе, который содержит приблизительно 7% уксусной кислоты. Вместо столового уксуса можно пользоваться чистой водой, к которой добавляют соответствующее количество чистой уксусной кислоты.

Относительное содержание этих составных частей может колебаться в довольно широких пределах, оставаясь, однако, при этом в определенных границах. Когда хотят получить спонтанное образование *mycoderma aceti*, то необходимо избегать появления мелких инфузорий, бактерий и т. д. и в особенности *mycoderma vini*. Последняя хорошо известна под названием *цвели вина*, термин, использованный Шапталем в только что приведенной цитате.

В обычном красном вине и в особенности в красном молодом вине, не разбавленном водою и к которому не было добавлено уксусной кислоты, спонтанное образование *mycoderma aceti* наблюдается лишь в редких случаях. Наоборот, в нем довольно легко образуется *mycoderma vini.* Последняя образуется еще лучше, если мы вино разбавим в два раза водою.

На обычном красном вине *mycoderma aceti* образуется с трудом. Нередко мне приходилось наблюдать спонтанное образование *mycoderma vini* в вине, на поверхности которого я посеял лишь *mycoderma aceti* и даже несмотря на то, что последняя начинает уже развиваться, правда довольно слабо. Интересно проследить, каким образом происходит в этом случае развитие двух микодерм.

Mycoderma aceti размножается очень медленно. *Mycoderma vini* размножается значительно быстрее и понемногу распространяется на всей поверхности жидкости и постепенно окружает со всех сторон островки, состоящие из *mycoderma aceti.* Эти островки постепенно утолщаются и в конце концов падают на дно сосуда, оставляя всю поверхность жидкости своему сородичу.

Но дело происходит совершенно иначе, если к вину добавить уксусной кислоты, например одинаковый объем уксуса обычной крепости. В этих условиях начинает преимущественно развиваться *mycoderma aceti.* Поэтому, повторяя только что описанный опыт, мы получим противоположные результаты, а именно угнетение развития *mycoderma vini* его сородичем.

Наконец, в некоторых жидкостях наблюдается одновременное спонтанное образование двух микодерм. Так, например, в пиве, разведенном вдвое водой, нередко появляются два вида микодерм.

В неразведенном пиве обычно преобладает *mycoderma vini.*

Немного подкисляя питательную жидкость, мы тем самым препятствуем появлению бактерий. Поэтому они никогда не появляются в вине.

На рис. 32 приводится фотографическое изображение одной из разновидностей *mycoderma vini,* спонтанно развившейся на поверхности красного вина. Размножение этих микроорганизмов почкованием ясно видно при рассмотрении члеников или шариков, находя-

щихся в фокусе. Изображение увеличено в 690 раз. Изучив подробно свойства этих двух микодерм вина и их характер поведения в присутствии кислорода, я изложил полученные результаты в сообщении, напечатанном в «C. r. de l'Acad.» в феврале 1862 г. *, и в статье, посвященной уксуснокислому брожению, появившейся в первом томе «Научных летописей Эколь Нормаль» [7]. Затем я попытался установить, насколько точно свойство этих микодерм соответствует тому, что мы знаем относительно болезней прокисания вина. Мне остается разрешить теперь этот вопрос.

Одной из местностей, где эта болезнь встречается наиболее часто, является департамент Юра, в особенности в районах Арбуа, Арсюр, Пюпиллен и др., славящихся своими виноградниками. Работа [8], которую я проводил в течение сентября, октября и ноября 1863 г., благодаря хорошему знанию местности и любезности жителей была в значительной степени облегчена и поэтому оказалась весьма плодотворной.

Я посетил многие винные погреба и на месте исследовал различные сорта вин, хранящиеся в бочках.

---

[7] Эта статья была перепечатана в моих «Etudes sur le vinaigre». Paris, 1868, Gauthier-Villars **.

[8] Я выражаю особую благодарность гг. Галлье, Шаррье, Жюлю Верселю, Эжену Вильяму и Обществу виноделия Арбуа, президентом которого является г-н Парандье, главный инспектор мостов и дорог.

Я пользуюсь случаем выразить мою благодарность Муниципальному совету города Арбуа за его великодушие.

Некоторые мои опыты требовали очень сложных анализов; примером могут служить анализы, которые я привожу, по составу газов, содержащихся в вине. Легко понять, какие трудности встретились при проведении этих опытов в городе, где нет подходящих для этого лабораторий. Поэтому я должен был перевезти из Парижа наиболее необходимые физические и химические аппараты. Многие лица были свидетелями этих материальных затруднений. Без моего ведома Муниципальный совет города Арбуа по предложению мэра, г-на графа де Бруассиа, искренне преданного интересам дела, которое ему было поручено, решил передать в мое распоряжение помещение и сумму денег, достаточную для создания необходимой мне лаборатории. Я счел своим долгом отклонить это благородное предложение, принятие которого могло бы помешать независимости моих исследований. Тем не менее я очень благодарен моим соотечественникам и счастлив сообщить здесь об этом поступке, который делает столько же чести науке, сколько и лицам, которые приняли столь просвещенное решение.

Приведу очень краткое изложение обычного способа приготовления вина на виноградниках, о которых идет речь.

Виноград собирают в чан, который подвозят непосредственно к винограднику. Один из рабочих тщательно удаляет гребни виноградных кистей. Затем виноград перевозят к дому владельца и помещают в маленькие или большие бочки, находящиеся в довольно глубоких погребах с каменным сводом. Виноград начинает бродить и остается в этих бочках от шести недель до двух месяцев. Затем прозрачное вино сливают, а мезгу отжимают. Жидкость из мезги, получившую название *вино из выжимков,* хранят отдельно. Слитое вино переливают в бочки, которые никогда не наполняются доверху. В бочках объемом 50—60 гл не заполненное пространство от втулки до поверхности жидкости равняется приблизительно 20 см, а в бочках объемом 500—600 л приблизительно 10 см. Вино, *перелитое* в бочки, оставляют в покое до февраля или марта. После этого его еще раз переливают соблюдая, как и первый раз, все предосторожности, чтобы не доливать бочки доверху.

Благодаря местному обычаю не наполнять в момент переливания бочки доверху, вино в бочках в этой области постоянно покрыто *цвелью.* Она образует белую толстую пленку, под которой вино остается обычно очень прозрачным.

Последующие микроскопические наблюдения позволили мне установить, что всякий раз, когда вино, по мнению опытных дегустаторов, было здорово и не имело кислого привкуса, эта пленка состояла из очень чистой культуры *mycoderma vini* (рис. 32). Наоборот, когда вино начинало прокисать, пленка всегда, без исключений, состояла из смеси *mycoderma vini* и *mycoderma aceti.* На рис. 33 приводится изображение ассоциации этих двух микодерм.

В обычных винах любого возраста, если так можно выразиться (правда, их хранят лишь несколько лет), и в высококачественных молодых винах встречается лишь *mycoderma vini.* Но в пленках, покрывающих поверхность вин высших сортов: *Плуссар**, *Труссо, Плуссар* и *Натюре-блан,* которые, прежде чем разлить по бутылкам, охотно оставляют стареть в бочках в течение 5—6 лет, а часто и более длительный срок, нередко встречается *mycoderma aceti.* Кроме

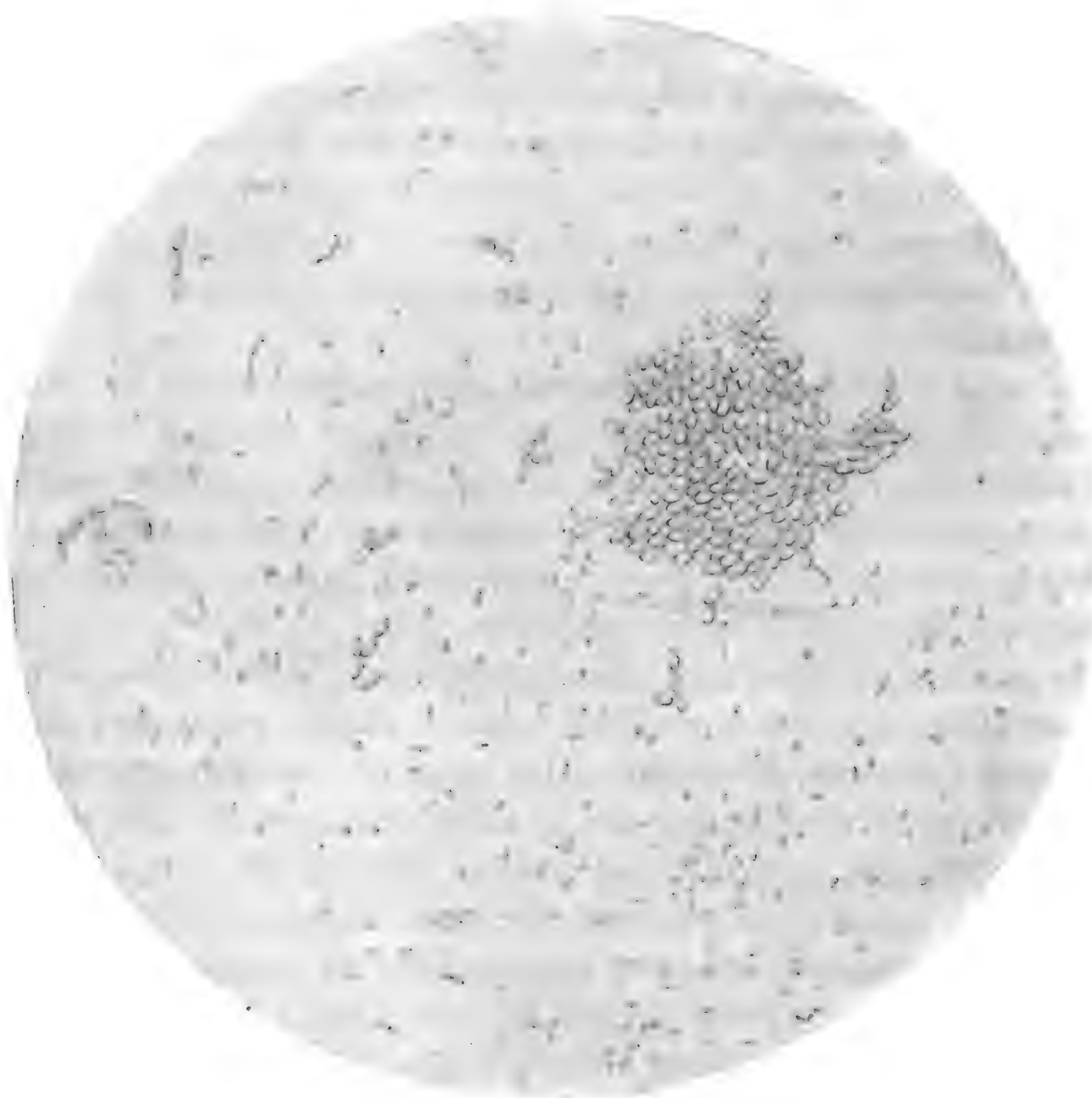


Рис. 33. Болезнь скисания вина (ассоциация *mycoderma vini* и *mycoderma aceti*). Начало болезни; пленка становится менее чистой

того, чем кислее вино, тем большее количество *mycoderma aceti* содержится в пленке. Когда пленка состоит из одной *mycoderma aceti*, то вино совершенно испорчено и может быть использовано лишь для приготовления уксуса.

Старая микодерма в значительной степени утрачивает свою первоначальную форму. При микроскопическом исследовании пленки можно убедиться в том, что она состоит из массы гранул, среди которых невозможно более обнаружить цепочек, изображенных на рис. 31. Рис. 34 дает довольно точное представление об этой новой форме микодермы.

По мере увеличения количества микроскопических исследований мне все чаще удавалось установить наличие в пленках столь небольших количеств *mycoderma aceti*, что ее неблагоприятное влияние еще не сказывалось на вкусе вина. Наконец, точность микроскопических анализов оказалась столь велика, что часто, даже до дегустации, можно заранее определить состояние вина.

Из вышесказанного вытекает ошибочность категорического утверждения Шапталя, что появление пленки всегда указывает на кислое перерождение вина. В области Юра вина остаются покрытыми пленками в течение нескольких лет и не прокисают. Однако это наблюдается лишь при условии, что пленка состоит из одной *mycoderma vini*. Как я только что показал, по мере старения вина или, применяя широкораспространенное выражение, по мере того как вино *облагораживается*, состав пленки изменяется. С точки зрения физиологии вино становится непригодным для развития *mycoderma vini*, которая, постепенно лишаясь необходимых ей питательных веществ, увядает и атрофируется. В этот момент появляется *mycoderma aceti* и начинает очень быстро размножаться, тем более, что в течение длительного времени она берет необходимые ей питательные вещества из клеток *mycoderma vini* [9]. Более подробно с этим вопросом можно

[9] Внешний вид пленки меняется в зависимости от ее состава. Уже по внешнему виду можно в известной степени судить и о ее природе, и о действии ее на вино. У античных агрономов встречаются по этому поводу весьма правильные замечания. Плиний («Естественная история», коллекция Низара, т. I, книга XIV, стр. 540) говорит: «Пленка на белом вине является хоро-



Рис. 34. Болезнь скисания вина (*mycoderma aceti*). Когда фермент находится в подобном состоянии, то это указывает на позднюю стадию болезни. × 750

ознакомиться в 9-м параграфе моей работы об уксуснокислом брожении *.

Совершенно очевидно, что иначе и быть не может. Вино в бочках, которые не доливают каждый месяц, не может быть не покрыто пленкой. Однако на винах могут образовываться пленки двух сортов, о которых мы говорили выше. Следовательно, если *mycoderma vini* не развилась, или говоря точнее, после того, как она развилась, увяла и погибла, вино непременно покрывается пленкой *mycoderma aceti*, после чего болезнь, приводящая к скисанию вина, начинает развиваться очень быстро.

Лица, привыкшие следить за тем, чтобы бочки оставались все время полными,— способ, совершенно обоснованно применяемый большинством виноделов,— были бы, без сомнения, очень удивлены, узнав, что в Юрской области, наоборот, этого систематически избегают. Им показалось бы, что этот обычай, столь противоположный тому, который они с успехом применяют при приготовлении вина в их департаментах, очень несовершенен. Однако не достигла ли каждая область своего рода относительного совершенства в местных способах производства? Я охотно верю, что вековые обычаи имеют под собой более или менее обоснованную причину, лежащую в самой природе вещей. Если в Юрской области вино делают и ухаживают за ним совершенно иначе, чем в департаменте Кот-д'Ор, способы приготовления которого было бы легко перенять, то не объясняется ли это тем, что этого требует сама природа вина? Вина этих двух департаментов имеют очень различный состав. Сорта винограда не одинаковы да и не могли бы быть одинаковыми. *Пино* в Бургундии придает

шим признаком, на красном — плохим, если только она не имеет цвета вина». Из «Геопоник» (Кассиануса Бассуса) можно было бы привести более точно сформулированный и более обширный отрывок на эту же тему. Бархатистая, белая, слегка сухая молодая пленка, состоящая из одной *mycoderma vini*, сильно изменяется, когда эта микодерма начинает развиваться в ассоциации с родственной ей *mycoderma aceti*. Последняя живет за счет *mycoderma vini*, вызывает ее увядание, в результате чего пленка смачивается и окрашивается вином. Поэтому внешний вид цвели резко меняется. При желании можно было бы уточнить эти сравнительные данные и получить таким образом некоторые указания об относительном содержании двух микодерм в цвели.

лучшим винам этой области особый букет, которого лишены вина Юрской области. Последние обычно содержат значительно больше кислот. Это объясняется как свойством сортов винограда, так и меньшей спелостью его во время сбора. Появление пленок очень вредное в Бургундии, наоборот, может не оказывать неблагоприятного влияния или даже быть полезным в департаменте Юра. В самом деле, я обнаружил явление, которое могло бы объяснить необходимость хранения вина в полных бочках в Бургундии и бесполезность этого в Юрской области. Это обусловливается тем, что пленка, образующаяся спонтанно на бургундских винах, чаще всего состоит из *mycoderma aceti*, тогда как пленка на юрских винах, в особенности в течение первых лет хранения, состоит из одной *mycoderma vini*. Однако необходимо избегать любой ценой появления *mycoderma aceti*, потому что она неизбежно превращает вино в уксус, тогда как *mycoderma vini* в этом отношении безопасна. Она поглощает кислород воздуха и переносит его на спирт таким же образом, как *mycoderma aceti*, но последняя образует воду и уксусную кислоту, а *mycoderma vini* превращает спирт в воду и углекислоту. *Mycoderma vini* вызывает полное окисление спирта, в результате чего в вине не остается никаких вредных продуктов.

Сравнительное изучение природы пленок на поверхности высококачественных вин Бургундии, Юрской области и любой другой местности можно легко производить без излишних затрат, пользуясь вином в бутылках. Я собрал некоторое количество бутылок Помара и Вольне и такое же количество бутылок хорошего обычного вина Юрской области. Все бутылки были хорошо закупорены. Пробки могут быть даже покрыты слоем мастики. Если оставить бутылки стоять, то через несколько недель поверхность вина в горле бутылок обычно покрывается пленкой. Легко убедиться, что *mycoderma aceti* появляется по преимуществу в бутылках с бургундским вином, а *mycoderma vini* — в бутылках с юрским вином. Эти последние результаты как раз и наблюдаются в Юрской области для вин, хранящихся в бочках. Весьма возможно, что отмеченное нами явление с бургундскими винами в бутылках будет наблюдаться также и с бургундскими

винами, хранящимися в бочках, иначе говоря, что эти вина будут покрываться по преимуществу пленками *mycoderma aceti*. Следовательно, систематическая доливка бочек в Бургундии, в особенности для хороших сортов вин, является необходимой. Наоборот, в Юрской области эта предосторожность более или менее бесполезна. Однако, как я только что показал, иммунитет не является абсолютным, он зависит от возраста вина и от его качества.

Наличие в бургундских винах специфического букета, которым юрские вина не обладают, может также обусловливать необходимость избегать появления любых пленок, состоящих даже из чистой *mycoderma vini,* на поверхности вин из департамента Кот-д'Ор. Действительно, *mycoderma vini* может вызвать полное окисление некоторых из основных летучих веществ, содержащихся в бургундских винах. Подобных неприятностей можно совершенно не бояться для юрских вин, потому что они не обладают специфическим букетом.

Если вышеприведенные данные показывают, что мы можем, сливая по мере надобности, оставлять юрские вина в ненаполненных бочках и позволять им покрываться цвелью, то это вовсе не доказывает, что пленки микодермы действительно полезны для вина.

Я уже сейчас хочу привлечь внимание к весьма интересному обстоятельству. После того как я приведу результаты анализов состава газа, содержащегося в вине, мы убедимся, что вино, выставленное на воздух и покрытое даже тонкой пленкой *mycoderma vini,* не может растворить малейших следов кислорода. Другими словами, при наличии *mycoderma vini* окисление составных частей вина кислородом воздуха резко изменяется. Я надеюсь доказать во второй части этой работы, что нельзя безнаказанно изменять условия аэрации вина. Поэтому я склоняюсь к мысли, что наличие *mycoderma vini* на поверхности юрских вин (без сомнения, то же самое можно сказать и в отношении многих других сортов вин) должно рассматриваться как полезный элемент в винодельческой практике этой области вследствие специальных условий, в которые оно ставит вино в отношении аэрации.

Наконец, на основании результатов моих исследований, я не считаю для себя возможным рекомендовать виноделам департамента

Юра и многих других районов систематическую доливку бочек. Однако если бы мне посчастливилось настолько, что моя скромная работа оказала бы влияние на усиленное распространение микроскопических исследований среди лиц, заинтересованных торговлей вином, то я посоветовал бы им проводить очень внимательное изучение природы пленки и ее состава при каждом переливании вина. Необходимо прибегать к систематической доливке бочек, как только обнаружится, что пленка *mycoderma vini* становится менее чистой, иначе говоря, что к ней примешивается, пусть даже очень небольшое количество, *mycoderma aceti.*

Я возвращаюсь к микроскопическим исследованиям, проведенным мною в погребах Арбуа. О пользе их будет легче судить, если я остановлюсь исключительно на результатах исследований одного из сортов крепкого вина, которое приготовляют в департаменте Юра и, в особенности, на винограднике Шато-Шалон. Оно известно под названиями *желтого вина, вина Шато-Шалон, гвардейского вина* и имеет много общего с сухой мадерой.

Это прекрасное вино приготовляют более или менее неизменно следующим образом.

Употребляется исключительно виноград сортов *Савиньен* и *Натюре-блан.* Тогда как основной сбор винограда производят между 1 и 15 октября, сбор *Натюре* начинается лишь в ноябре, после того как первые заморозки слегка повредили ягоды винограда. Как обычно, ягоды отделяют от гребня в виноградниках. Собранный виноград немедленно отжимают с помощью пресса. Стекающий сок собирают в открытых чанах, расположенных в подвалах или погребах в зависимости от места нахождения пресса. Брожение начинается немного ранее или немного позднее, в зависимости от температуры, уже достаточно низкой в это время года. Пенистый слой светло-шоколадного цвета поднимается на поверхности сусла, увлекаемый первыми пузырьками углекислого газа. Выжидают часто быстро наступающего и кратковременного момента, когда пенистый слой начинает растрескиваться, и когда вино, все же оставаясь несколько мутным, достигает наибольшей прозрачности. Вино сливают через кран, находящийся несколько выше грязного осадка, осевшего на дне. Это вино

или, точнее, *клэр,* как его называют, переливают в открытый чан, находящийся рядом с первым. На следующий день или через день в результате брожения на поверхности жидкости вновь образуется более или менее плотный слой; после чего вино сливают еще раз. Иногда, в зависимости от толщины второго слоя и от года, вино после нового брожения сливают третий раз. Переливание вина в указанные сроки производят для того, чтобы помешать грязному слою, образовавшемуся на поверхности, упасть на дно и перемешаться с жидкостью.

После этого вино разливают по бочонкам, в которых оно и хранится в дальнейшем. Его более не переливают до тех пор, пока оно не *«съест свой осадок»,* как часто говорят виноделы. Нередко в течение многих лет вино остается сладким.

Таков способ приготовления *желтого* вина — вина весьма замечательного с точки зрения применения научных принципов. Это вино остается в бочках в течение 15—20 лет, а иногда даже значительно дольше. Так как вино не доливают, то в бочках вместимостью 10—20 гл часто образуется незаполненное пространство, объем которого достигает 3—6 гл. Внимательное исследование этого вина и всех условий его приготовления оказалось наиболее полезным для меня при изучении общих свойств вин.

Мы можем представить себе, каков неизбежно будет состав *желтого,* хорошо выдержанного вина. Приготовление его поздней осенью, когда виноград уже перенес первые зимние холода, и тщательность, с которой удаляют азотистые соединения из сусла в первые дни брожения, указывают с достаточной ясностью на то, что последующее брожение в бочках будет носить совершенно особый характер. Это брожение чрезвычайно сходно с теми, которые я изучал ранее, когда сахар находился в относительно очень большом избытке по сравнению с количеством соединений, усвояемых живым активным ферментом. В этих случаях образуется наибольшее количество глицерина и янтарной кислоты. Из вышеизложенного вытекает, что *желтое* вино с самого начала является вином *облагороженным,* одним из тех вин, о которых Шапталь сказал бы, что в нем содержится избыток сахара по сравнению с ферментом и что, следовательно, подобное вино не

должно подвергаться заболеваниям. Действительно, это вино устойчиво к большинству болезней. Последние почти никогда не поражают *желтого* вина. Но если мы посмотрим, что написано в одной из глав моей уже вышецитированной статьи об уксуснокислом брожении, а именно в главе *«Образование уксусной кислоты в отсутствие белковых веществ»* *, в которой я показал, что *mycoderma aceti* может в крайнем случае жить и размножаться в растворах, содержащих лишь минеральные соединения, то мы сразу же поймем, что положение Шапталя не применимо к болезням скисания вина. *Желтое* вино уже в силу особенностей своего приготовления, включающего длительное хранение в незаполненных бочках, должно легко подвергаться этому заболеванию. Это в действительности и было установлено мною. Когда я начинал мои исследования, то меня часто уверяли, что *желтое* вино никогда не портится. Я не замедлил установить, что все виноделы, которые обычно приготовляют это вино, часто теряют его. Когда же я начал микроскопические исследования, то нашел во всех подвалах одну или несколько бочек более или менее скисшего *желтого* вина. Благодаря этому обстоятельсту я мог исследовать значительное количество бочек с белым вином типа *желтого* вина, с точки зрения связи, которая должна существовать, по моему мнению, между наличием *mycoderma aceti* и болезнью, приводящей к скисанию вина. Таким образом, мне удалось установить, что во всех случаях, когда вино было более или менее испорчено, пленка на поверхности его состояла из одной *mycoderma aceti* или из *mycoderma aceti* и одной из разновидностей *mycoderma vini*. Отличительной особенностью этой последней разновидности было то, что элементы ее значительно меньше, чем элементы *mycoderma vini*, развивающейся на обычных красных и белых винах. Обычно она состоит из сферических шариков, а не из более или менее разветвленных члеников. Когда *желтое* вино не портилось, развивалась исключительно лишь эта разновидность дрожжей.

В результате микроскопического исследования мне нередко случалось давать полезные советы виноделам о спешной необходимости удаления с поверхности вина пленки, что достигается немедленным переливанием вина в очень чистую бочку и наполнением последней

доверху. При этом необходимо возможно полнее удалять все мельчайшие кусочки старой пленки.

Благодаря высокой стоимости *желтого* вина и уходу, которого оно требует, ко мне часто обращались за советом, каким образом можно исправить вино, когда у него уже началась болезнь, приводящая к скисанию. Я испытал весьма простое, совершенно естественное в этом положении средство, которое позволило получить наилучшие результаты. Я говорю в данном случае о нейтрализации вина чистым едким калием. Для этого после точного определения титра кислоты в больном вине и в аналогичном вине хорошего качества избыток кислоты в больном вине нейтрализуют, добавляя точно отмеренное количество концентрированного раствора едкого калия. Этот способ дает хорошие результаты, когда кислотность, обусловленная уксусной кислотой, не превышает приблизительно 2 г уксусной кислоты на литр [10].

Я отмечу следующее весьма интересное обстоятельство; букет *желтых* вин, часто ясно выраженный и который маскирует запах уксусной кислоты, нисколько не страдает на начальных этапах образования уксусной кислоты. Он появляется вновь после нейтрализации вина едким калием. Это объясняется, без сомнения, тем, что букет *желтых* вин, как это я показал позднее, образуется в результате окисления вина. Уксусная кислота образуется также в процессе окисления. Поэтому этот процесс не может идти в обратном направлении к другой химической реакции того же порядка.

Несомненное влияние кислорода на разрушение некоторых, еще плохо изученных, ароматических составных частей вина, придающих вину его аромат, учитывая данные, на которые я указывал в отношении букета *желтого* вина, показывает, что в винах содержатся ароматические летучие соединения весьма различной природы. Одни из них натуральные, свойственные сортам винограда, другие,— при-

---

[10] Несомненно, этот способ является весьма эффективным, так как мне пришлось подвергнуть подобной обработке более 500 л *желтого* вина, принадлежавшего различным владельцам, которые просили применить его после того, как они убедились в улучшении качества вина на небольших пробах. Лишь в тех случаях, когда болезнь зашла слишком далеко, уксуснокислый калий придает вину лекарственный привкус.

обретенные во время старения вина. Среди последних наиболее важные возникают в результате процессов окисления. Доказательства я привожу во второй части этой работы.

В

Болезни, известные под названием турн, пусс и т. д. *

Когда в жаркие месяцы: май, июнь, июль, август достаточно прогреются погреба и подвалы и температура в них поднимется на несколько градусов, во всех странах мира вино часто заболевает *турном*. Вот признаки этой болезни. Вино становится более или менее мутным. Если его взболтать в стеклянной пробирке диаметром от 1 до 2 см, то мы увидим, как в нем начнут передвигаться шелковистые волны. Это напоминает то, что происходит при наличии в жидкости некоторых минеральных осадков и, в особенности, рацемического виннокислого кальция. Когда бочка хорошо закупорена и наполнена доверху, то нередко вино начинает просачиваться на стыке досок, а дно бочки выгибается. Если открыть затычку, то сильная струя вина начинает бить очень далеко под большим давлением. Отсюда и произошло народное выражение: *il à la pousse*!» ** В вине, налитом в стакан, по краю поверхности жидкости, появляется кольцо очень маленьких пузырьков. Цвет вина, выставленного на воздух, меняется и становится более темным, а само вино кажется более мутным. Кроме того, вкус его более или менее изменяется или, вернее, исчезает. Аббат Розье говорит, что даже очень хорошее вино, если его взбалтывать или перемешивать длительное время на воздухе, можно превратить в вино, похожее на вино, *пораженное пуссом*. Как известно, вино, подвергаясь воздействию воздуха, теряет свою силу или, как говорят, вино выветривается. Розье добавляет, что пусс ослабляет вино, последнее теряет свою остроту и приобретает плохой вкус [11]. Все авторы, изучающие вино, пораженное *турном*, считают,

[11] Rozier. De la fermentation des vins et de la meilleure maniére de faire l'eau-de-vie. Lyon, 1770, in-8°, p. 15. Плохая работа, получившая тем не менее (в 1767 г.) премию, учрежденную в 1766 г. Лиможским обществом сельского хозяйства.

что эта болезнь обусловливается тем, что осадок вина поднимается со дна бочки. Они предполагают, что осадок, находящийся в различных количествах на дне бочек, поднимается и распространяется по всей массе вина.

Эта болезнь встречается очень часто. Малейший недосмотр при переливании вина может вызвать это заболевание. Оно поражает также некоторые белые вина, пиво и сидр. Всем хорошо известны выражения *больное турном* пиво, *больной турном* сидр.

В сентябре 1858 г. мне удалось установить, что во многих испорченных винах Юрской области содержится фермент, очень отличный от винных дрожжей спиртового брожения. Этот фермент является, несомненно, живым организмом и очень похож на фермент молочнокислого брожения. В это время у меня в первый раз и возникло желание выяснить, действительно ли болезни вина, как это предполагали, являются спонтанными изменениями, возникающими без видимой причины, иначе говоря, своеобразными отклонениями в развитии внутренних реакций, которыми объясняли постепенное старение вина. Установление в больном вине наличия организованных нитей, аналогичных ферментам, которые я изучал в течение последних двух лет и которые, по моему мнению, являются причиной истинных брожений, открывало перед исследователями вина новые пути. Вскоре некоторое особое стечение обстоятельств привлекло внимание к этому вопросу.

Крупный владелец виноградников из Монпеллье продал после сбора винограда 20 октября 1861 г. вино хорошего качества, которое было принято покупателем. 14 ноября было установлено, что вино очень сильно изменилось. Вначале предполагали, что вино было разбавлено водой. Это заключение абсолютно противоречило хорошо известной честности владельца виноградников и преданности его служащих. Владелец поспешил обратиться за консультацией к г-ну Баляру, который был столь любезен, что пригласил меня участвовать вместе с ним в исследовании этого вина.

Мы немедленно установили, что это испортившееся вино, настолько потерявшее вкус, что можно было думать о фальсификации, в результате добавления воды, в действительности подверглось влиянию



Рис. 35 Вино, пораженное турном. Вид под микроскопом капли мутного вина, пораженного турном (муть обусловливается наличием паразитов). ×600

особого типа молочнокислого брожения. Г-н Баляр изучил это брожение с обычной для него тщательностью (сообщение, которое он зачитал Академии по этому поводу, напечатано в 53 томе отчетов этих заседаний) *. Он не замедлил убедиться в широком распространении этой болезни на юге Франции.

В течение осенних месяцев 1863/64 г. у меня была возможность исследовать в департаменте Юра большое количество вин, пораженных *турном.*

Это позволило мне установить, что помутнение вина обусловливается наличием в нем чрезвычайно тонких нитей, имеющих часто менее одной тысячной миллиметра в диаметре, а длина которых колеблется в широких пределах. На рис. 35 приводится изображение под микроскопом капли вина, пораженного *турном.* Волокна находятся во взвешенном состоянии в очень прозрачной жидкости. Когда вино перемешивают, то эти волокна как раз и образуют шелковистые волны, о которых я только что говорил. Что касается осадка, то он резко отличается от обычного осадка вина и состоит из переплетающихся между собой часто очень длинных нитей, образуя на дне бочки черноватую студенистую довольно плотную массу. Когда с помощью оттянутой на конце трубки, доходящей до дна бочки или бутылки, берут пробу осадка, то он тянется и образует слизистые тяжи. Воздействие этого фермента на вино сопровождается выделением углекислоты, в которой, как мне кажется, не содержится примесей посторонних газов (однако это еще требует подтверждения). Выделение углекислоты и объясняет образование пены в стаканах и *распирание* бочек, о котором я говорил. Действительно, вследствие образования этого газа давление в бочках увеличивается.

Турн обусловливается брожением вина, вызванным особым, организованным ферментом. Под влиянием развития этого паразита прозрачность вина, его вкус, его качества и претерпевают столь выраженные изменения.

Я пользуюсь новой возможностью, которая представляется мне, чтобы отметить очень большую пользу микроскопических исследований в процессе необходимого ухода за вином. Без малейших затруднений мы можем установить заранее, появится ли в скором времени

у вина болезнь, которой мы занимаемся. Открывают кран, вставленный в бочку; первые порции вина выливают; затем наполняют вином стакан. В течение нескольких часов вину дают отстояться. После этого вино сливают, и последние капли, оставшиеся в стакане, исследуются в микроскопе. Если вино помутнело даже очень незначительно, то в каплях обнаруживаются многочисленные нити. Чаще всего внимательное изучение капли вина, не дожидаясь даже момента, когда оно отстоится, уже позволяет установить начало заболевания. Не менее поучительным является и периодический анализ осадка в бочках. Для этого вынимают втулку и в вино погружают до дна трубку для анализа газов, несколько оттянутую на конце, пользуясь ею, как пипеткой, с помощью которой берут пробы вина. Если на поверхности вина имеется пленка, то она покрывает внешние стенки трубки, когда последнюю вынимают из бочки. Эту пленку необходимо удалить, вытирая трубку тряпкой. Первые порции осадка отбрасывают, а затем осадок исследуют под микроскопом. Если мы не остережемся и не оботрем трубку, то частицы пленки могут попасть в каплю, предназначенную для микроскопического исследования, а это может привести к ошибочным результатам. Мы можем легко судить о большем или меньшем изобилии паразитов в осадке, образовавшемся после последнего переливания вина или после последнего микроскопического анализа.

Паразит, о котором идет речь, относится к числу тех, которые чаще всего встречаются в вине и оказывают наибольшее влияние на его состав. Я говорил уже, что этот паразит появляется преимущественно после жарких дней июня, июля и августа. Под этим следует понимать, что в это время паразит размножается и распространяется по всей массе вина. Однако на примере многочисленных наблюдений я покажу, что эти паразиты существуют, если так можно выразиться, в состоянии зародышей уже на первых этапах приготовления вина и что они являются почти нормальным спутником спиртового фермента виноградного сусла.

21 ноября 1864 г. в погребах были взяты различные пробы белых и красных вин Юрской области, приготовленных из винограда, собранного в октябре этого года. Вина хранились на мезге, не были

осветлены и еще не сливались. При взятии проб принимались все предосторожности, чтобы избежать контакта вина с воздухом. Для этого вино из больших бочек (емкостью от 40 до 60 гл) поступало в литровые бутыли, предварительно наполненные углекислым газом. На рис. 36 изображен применяемый нами способ взятия проб. Я уже

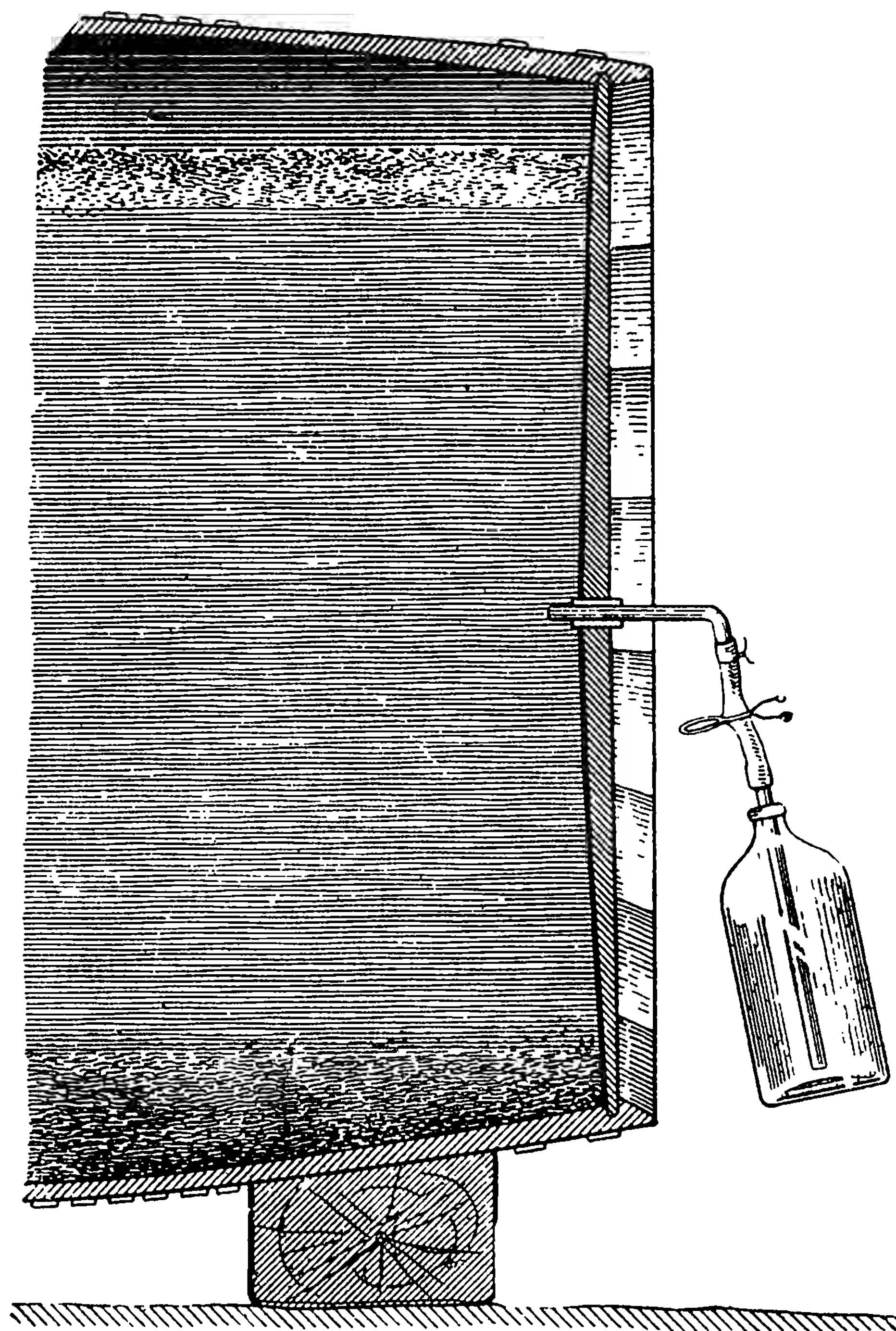


Рис. 36

говорил, что в Юрской области виноград, отделенный от гребней еще на винограднике, доставляют в подвал и перекладывают в бочки, в которых он бродит в течение приблизительно шести недель. После этого вино сливают в первый раз. Пробы были взяты до переливания вина. Немедленно после наполнения вином литровых бутылей последние были плотно закупорены пробками, которые затем были по-

крыты слоем мастики. Сбор винограда происходил между 10 и 20 октября 1864 г. Вина были отправлены в Париж и исследовались немедленно после их получения, в первых числах декабря 1864 г.

После встряхивания бутылок все вина оказались слегка мутными. Если бутыли оставляли в покое, то муть оседала, и на дне сосудов можно было наблюдать образование значительного осадка. Я начал свои исследования с очень внимательного изучения под микроскопом этих осадков. Вначале необходимо сказать несколько слов о качестве этих вин.

№ 1 — Вино района Арбуа, приготовляемое из любых сортов винограда. Преобладал виноград сорта *Плуссар,* содержание винограда сорта *Труссо* достигало приблизительно одной четверти. Простое вино очень хорошего качества. Температура вина в момент взятия пробы равнялась 11°.

№ 2 — Вино района Арбуа, приготовляемое из любых сортов винограда; доминирущими сортами являются *Анфарине* и *Мальду.* Очень посредственное вино. T=8,5°.

№ 3 — Вино района Арбуа, приготовленное почти исключительно из винограда сорта *Плуссар* с лучших виноградников Пюпиллена. Вино очень тонкого вкуса. T=9,5°.

№ 4 — Вино района Арбуа, приготовленное из различных сортов винограда [12]. Посредственное вино. T = 9°.

[12] Я отмечу, что температура сусла, из которого было получено это вино, была повышена с 12 до 17°. Для этого часть виноградного сока нагревали до температуры, близкой к кипению. Вот детали этой операции.

Когда бочка была наполнена на $^3/_4$ суслом (наполнять бочку доверху не следует вследствие значительного увеличения объема в процессе брожения) через кран из бочки, содержащей 500 л сусла, было отлито приблизительно 30 л жидкости. Этот кран изготовляется из дерева или из бронзы и прикрепляется к нижней части бочки. Он быстро бы забивался кожицей ягод винограда, если бы к его внутреннему отверстию не прикрепляли сетку, сплетенную из ивовых прутьев. Затем нагревали сусло в больших медных котлах и выливали в чан. Для того чтобы перемешать верхний горячий слой жидкости с нижележащим холодным суслом, из бочки через кран наливали сок в ведра, содержимое которых снова выливали в бочку, и так повторяли многократно до тех пор, пока температура верхних слоев сока не сравнялась с температурой сусла, вытекающего из крана. Этот опыт был поставлен для того, чтобы

№ 5 — Вино района Арбуа, приготовленное почти исключительно из винограда сорта *Плуссар*. Вино довольно хорошего качества.

№ 6 — Вино района Арбуа, приготовленное из винограда сортов *Плуссар, Вале-Нуар* и *Натюре*. Простое вино очень хорошего качества. Т = 9,5°.

№ 7 — Вино района Арбуа; простое вино хорошего качества, но несколько хуже, чем вино № 5. Т = 9°.

№ 8 — Белое вино района Арбуа, приготовленное из винограда, получившего название *Мелон*. Белое вино, бродившее в чане на мезге, иначе говоря, вино приготовляли по методу приготовления красных вин. Обычно белое вино получается при сбраживании сусла, полученного из винограда с помощью пресса. Белый виноград сорта *Мелон* обычно сбраживают на мезге. Наоборот, белый виноград сортов *Натюре* и *Савиньен* выжимают с помощью пресса.

Вот результаты микроскопических исследований осадков этих восьми сортов вин.

№ 1 — Типичные хорошо развившиеся винные дрожжи спиртового брожения; размер их различен, форма сферическая или овальная, резко удлиненная или грушевидная. Большое количество кристаллов кислого виннокислого калия, имеющих форму игольчатых пластинок в смеси с кристаллами виннокислого кальция призматическо-октаэдрической формы. Наконец, при перемещении предметного стекла время от времени встречаются отдельные нити идентичные тем, которые изображены на рис. 35.

№ 2 — Осадок имеет в точности тот же вид, как и осадок вина № 1. В нем содержатся те же самые органические и минеральные элементы. Нити паразита встречаются так же редко, как и в осадке вина № 1.

№ 3 — Такой же осадок, те же самые составные части. Однако этот осадок отчетливо отличается от предыдущих обилием нитей

установить, будет ли подобная обработка сусла благоприятствовать брожению. Я отмечу, что брожение должно было измениться и вследствие другой причины, к которой у меня будет возможность вернуться,— подразумеваю аэрацию сусла, в результате перемешивания различных порций его, о чем я только что говорил.

паразитов. Во всех полях зрения обнаруживается значительное количество нитей. Для того чтобы обнаружить хотя бы одну нить в осадках вин № 1 и 2, необходимо было просмотреть много полей зрения.

№ 4 — Такой же осадок, но отмечено полное отсутствие кислого виннокислого калия; редкие кристаллы виннокислого кальция; нитей в осадке не найдено. Иногда мне казалось, что при внимательном просмотре множества отдельных полей зрения мне как-будто бы удалось обнаружить отдельные нити, но я не уверен в этом. Исходное повышение температуры сусла и его аэрация не оказали, по-видимому, влияния на развитие нитевидного паразита.

№ 5 — Такой же осадок, как и в вине № 1; может быть, нити встречаются несколько чаще, чем в осадках вин № 1 и 2.

№ 6 — Такой же осадок, как всегда содержащий более или менее четкие пластинки кислой виннокислой соли и кристаллы виннокислого кальция. Волокна паразитов приблизительно в таком же количестве, как и в осадке вина № 3; в каждом поле зрения постоянно обнаруживается большое число паразитов.

№ 7 — Здесь шарики дрожжей спиртового брожения кажутся старыми и увядшими [13]. Кристаллов виннокислого кальция не обнаружено. Очертания игольчатых кристаллов кислого виннокислого калия нечетки. Из всех восьми проб вина эта проба содержит наибольшее количество волокон паразитов. Их значительно больше, чем в осадках вин № 3 и 6, приблизительно десяток в каждом поле зрения.

№ 8 — В осадке волокон паразита не содержится, осадок состоит из типичных, хорошо развившихся дрожжей спиртового брожения.

Таким образом, из восьми проб вина, просмотренных лишь через месяц после сбора винограда, по крайней мере, в шести обнаружены паразиты, вызывающие турн вина в течение жарких месяцев лета. Сбор винограда производился между 10 и 20 октября. Я напомню, что в Юрской области, по крайней мере, на виноградниках Арбуа, брожение виноградного сока происходит в лежащих бочках без малейшего доступа воздуха, потому что пустое пространство в бочке постоянно заполнено углекислым газом. Следовательно, вино чаще всего, уже

[13] Подобное состояние дрожжей зависит от присутствия большого количества нитевидного паразита.

на самых первых стадиях его приготовления, содержит обычно зародыши своего будущего заболевания. Здесь под словом *зародыш* я вовсе не подразумеваю смутную и неопределенную по своей природе причину ,но хорошо видимые и осязаемые элементы, имеющие все свойства живого организма, и которые, как только условия для их развития будут благоприятные, размножатся в изобилии [14].

---

[14] Мне приходилось наблюдать в процессе спиртового брожения размножение нитеобразного фермента, о котором идет здесь речь, почти в таких же количествах, как и дрожжевого фермента. 5 сентября 1863 г. я оставил в стеклянной бутылке, снабженной отводящей трубкой, конец которой был помещен в воду, бродить массу следующего состава:

Виноградная мезга (полученная после отжимания белого винограда прессом)	1573 г.
Вода	1573 г.

Спиртовое брожение, начавшееся на следующий день, сопровождалось одновременно образованием кислоты. На рис. 37 представлено микроскопическое изображение фермента, изученного 19 сентября. Мы видим, что в количественном отношении нитеобразный фермент размножился почти в такой же степени, как дрожжи спиртового брожения. Я отмечу, что последние состояли из удлиненных грушевидных, часто довольно крупных элементов. Это одна из разновидностей фермента спиртового брожения, оказывающая более слабое и медленное действие на сахар, чем обычные дрожжи спиртового брожения. Возможно, что это последнее обстоятельство является как раз косвенной причиной очень быстрого размножения нитеобразного фермента. (По поводу разновидностей спиртовых дрожжей смотрите сообщение, которое было опубликовано в «Bulletin de la société chimique de Paris, в июне 1862 г.*)

Вино, полученное в результате это брожения, содержало очень мало спирта и имело очень неприятный кислый вкус. В нем обнаруживалось большое количество летучих кислот, которые придавали ему специфический запах.

Хотя подобное соотношение между ферментами, о которых я говорю, наблюдается несомненно довольно редко, тем не менее необходимо привлечь внимание к возможности подобных явлений. Это напоминает брожение свекловичного сока, в котором одновременно возникают молочнокислое или маннитное, а также и спиртовое брожение. Этот тип брожения получил название нитратных брожений, потому что при этом происходит разложение нитратов, содержащихся в жидкости. Я уже давно отметил, что причиной этих ненормальных брожений как раз и является одновременное и параллельное развитие, как и в данном случае, фермента спиртового брожения и одной из разновидностей фермента молочнокислого брожения, иначе говоря, слизистого фермента.



Рис 37

Продолжим наше исследование. В Юрской области вино сливают в конце ноября. Первое переливание вина производят в марте и второе — в июле или в августе.

20 июля 1865 г. я исследовал под микроскопом одиннадцать осадков вин сбора 1864 г. Вина были тех же сортов, о которых я только что говорил. Все они были только что перелиты и находились в бочках объемом от 40 до 50 л. Первое переливание, согласно обычаям, было сделано в марте.

Вот результаты микроскопического исследования:

Вино хорошего качества, приготовленное из винограда сорта Плуссар. Довольно большое количество нитей в каждом поле зрения микроскопа.

Обычное вино, приготовляемое из любых сортов винограда. Все поле зрения усеяно нитями паразита.

Обычное вино, приготовляемое из любых сортов винограда. Много нитей в поле зрения.

Обычное вино хорошего качества. Паразитов нет.

Смесь вин из Монтиньи, Арсюра и Арбуа. Несколько нитей в поле зрения.

Обычное вино хорошего качества. Все поле зрения усеяно нитями паразита.

Посредственное вино. Редкие нити.

Смесь вин из Арсюра, Арбуа и Монтиньи. Много нитей в поле зрения.

Обычное вино хорошего качества. Большое количество.

Вино хорошего качества из Арсюра. Огромное количество в каждом поле зрения микроскопа.

Эти результаты ясно показывают, что паразиты продолжают размножаться и действовать после прекращения первоначального брожения. По-видимому, они начинают размножаться еще лучше потому, что более не находятся в сообществе со спиртовым ферментом. Поэтому мы и обнаружили в этих винах значительно больше паразитов, чем в восьми винах, о которых я говорил выше, хранившихся еще на мезге.

Прежде чем идти дальше, я сразу же отмечу одно из положительных последствий переливания вина. Эти вина одиннадцати сортов были прозрачны, и их владельцы считали, что они находятся в хорошем состоянии. Однако мы видим, что после снятия вина с мезги, проведенного в ноябре, паразиты размножились, но еще не настолько, чтобы затронуть всю массу вина. Этим объясняется его удовлетворительная прозрачность. Что касается качества вина, установленного при дегустации, то легко понять, что вино не могло сильно измениться, потому что паразиты размножились еще в сравнительно небольших количествах. И владельцы, и потребители считают вино больным лишь тогда, когда новые продукты, образовавшиеся в вине, содержатся в нем в значительных количествах. До этого момента никаких указаний на возникновение болезни не имеется. Как раз это мы и наблюдали в данном случае. Однако микроскоп нам показывает, что болезнь уже существует и начала свою разрушительную деятельность. Поэтому так хорошо обоснован старый обычай, оставленный в наследство мудрым опытом наших отцов, согласно которому советуется переливать вино в соответствующее время для удаления осадков.

Действительно осадок может, я бы не сказал, подняться со дна — это выражение было бы очень неточно, но размножиться, как только температура в подвалах и погребах повысится.

Когда паразит размножается медленно и с трудом, то совершенно естественно, что его обнаруживают преимущественно на дне бочки, куда он падает в силу своей тяжести. Но когда условия для его развития становятся более благоприятными, он обнаруживается во всей массе вина. В некоторых исключительных случаях паразиты могут увлекаться пузырьками газа, которые поднимают их со дна бочки, и в этом случае мы имеем полное основание говорить, что осадок поднимается.

Мне нравится находить научное пояснение техническим приемам. Почти всегда они являются результатом правильных и точных наблюдений. Несмотря на то, что характер моих исследований был довольно далек от практики, тем не менее мне многократно приходилось убеждаться в правильности всех практических приемов этого

производства. Нередко они основываются на легендах, к которым примешивается доля чудесного; но если эта доля чудесного вас не отталкивает и если вы будете рассматривать факты сами по себе, то вы почти всегда убедитесь в том, что любой обычай, если он нашел всеобщее признание, является разультатом продуманного опыта. Более того, полезно не отклоняться от него. Познание естественных явлений, относящихся к этому обычаю, будет полным лишь тогда, когда он получит научное объяснение. Я приведу несколько примеров.

Я думаю, что во всех странах и во все эпохи, как это нам показывают факты, собранные агрономами древнего Рима, виноделы находили связь между жизнью вина и жизнью винограда. Они считают, что в момент цветения винограда, к 15 июня в Юрской области, вино *работает*, то же самое наблюдается в августе, когда виноград начинает созревать. Они охотно допускают таинственную связь между этими различными явлениями. Однако ничто не позволяет считать, что это действительно так. В этот период года температура в погребах колеблется, и несомненно это и является объяснением совпадений, о которых я говорю. Но какое значение может иметь то, что крестьяне верят в таинственную силу? Следует рассматривать лишь факты, потому что они служат указанием для некоторых приемов виноделия.

В наиболее старых работах о вине советуется производить первое переливание вина в марте, когда дует северный, но не южный ветер. Последний, по крайней мере, в Юрской области, приносит дождь. Не думайте, что это предрассудок или слепая привычка. Обычай этот очень стар и его соблюдают до сих пор. Проверьте, не объясняется ли он самой природой явлений, несмотря на всю его кажущуюся нелепость. Что касается меня, то я считаю его вполне обоснованным. Вино, и в особенности молодое вино, перенасыщено углекислым газом. Если в течение нескольких лет показания барометра остаются низкими, то из вина выделяется углекислый газ. Со дна бочки будут подниматься маленькие пузырьки, способные увлечь за собою самые мелкие плотные частицы осадка. Следовательно, вино будет менее прозрачным, чем в тех случаях, когда переливание производят при северном ветре, когда увеличение атмосферного давления

несколько увеличивает растворимость газов в жидкостях. Таково, я думаю, происхождение обычая, о котором я говорю.

Один из виноделов мне сказал однажды: «Мы думаем, что северный ветер *производит осветление вина,*— и он добавил,— *во всяком случае совершенно достоверно, что он очищает воду в реке».* Действительно, это совершенно верно. Истоки реки Кюисанс, протекающей через г. Арбуа, находятся лишь в нескольких километрах от него, в нижних слоях Юрского известняка. Вода насыщена карбонатом кальция, который растворяется в ней благодаря наличию углекислоты. Когда дует ветер, приносящий дождь, вода в реке становится мутной. Труднее становится различать камни, выстилающие ложе реки. Иногда видно, как со дна поднимаются пузырьки газа. Когда же дует северный ветер, то можно увидеть иголку, находящуюся на глубине нескольких футов. Не является ли это подтверждением объяснения, которое я только что привел для вина, и обоснованием обычая переливать вино по возможности при севером ветре?

Но возвратимся к паразитам вина.

В начале этой статьи я указывал, что формирование и созревание вина, иначе говоря, медленное и постепенное изменение его свойств при хранении, меньше зависит от химических внутренних спонтанных реакций между различными составными частями вина, чем от внешних в известной степени факторов. Эти изменения обусловливаются паразитами, которые развиваются в вине, и одновременно постепенным проникновением кислорода воздуха.

Что касается паразитов, изображенных на рис. 35, то теперь я покажу, не с помощью микроскопических исследований, а применяя метод химических анализов, что эти мельчайшие нити, наличие которых мы установили в осадке виноградных дрожжей спиртового брожения, вызывают в вине медленные и постепенные изменения. Уже давно известно, что вина могут содержать различные количества уксусной кислоты, к которой по наблюдениям г-на Бешана * необходимо присоединить и другие жирные летучие кислоты. Мы убедимся, что образование этих кислот вовсе не обусловливается нормальным брожением, в результате которого образуется вино, а происходит в основном под влиянием паразитов, о которых идет речь.

В руководстве по винам г-на Мюльдера [15] я обнаружил таблицу, в которой указано содержание уксусной кислоты в различных сортах вин по данным этого ученого. Я приведу лишь несколько примеров из этой таблицы.

Сорта вин	Количество уксусной кислоты в граммах на литр
Рейнское вино	0,793
Бордо	1,025
Сотерн	1,045
Бон	0,367
Помар	0,793
Эрмитаж	1,258
Тавель	0,348
Шампанское	0,754
Бержерак	1,606

Эти данные, как мы увидим, очень высоки. Если натуральное вино является продуктом лишь спиртового брожения, свойственного виноградному соку, то в нем содержится не более чем 1—2 дцг летучих кислот на литр. Я думаю, что когда количество летучих кислот превышает эту цифру, а это чаще всего и наблюдается, я даже осмелюсь сказать наблюдается постоянно для вин, поступивших в продажу, то мы можем быть уверены, что вино подверглось воздействию паразитов. О предыдущих фазах жизни вина мы можем составить себе довольно точное представление, определяя в нем содержание летучих кислот. Я надеюсь даже, что когда применение химии в виноделии найдет более широкое распространение, то об изменениях, которые вино претерпело ранее и которым оно еще может подвергнуться, будут судить по количеству летучих кислот, содержащихся в нем в определенный момент, например в момент его продажи. Этот прием заслуживает большого внимания в торговле вином.

Действительно, попробуем определить количество летучих кислот в различных винах, влияние на которые паразита, изображенного на рис. 35, нам хорошо известно.

---

[15] Mulder. Chimie de vin, Rotterdam, 1855; Leipzig, 1857. Смотрите также Ladrey. La chimie appliquée à la viticulture et à l'oenologie. Paris, 1857. Эта книга является кратким, ясным и интересным изложением основных научных достижений этой эпохи в области виноградарства и виноделия.

Мы не можем надеяться выделить полностью эти кислоты перегонкой. Остатки уксусной кислоты удалить очень трудно. Следует помнить, что при этом могут произойти изменения органических соединений, содержащихся в осадке вина, и выделение янтарной кислоты [16]. Это затруднение можно преодолеть следующим образом.

Литр вина отгоняют на бане, содержащей хлористый кальций. Сначала собирают точно 500 см^3 жидкости, затем еще 400 см^3. После этого в колбу добавляют 400 см^3 чистой воды и вновь перегоняют 400 см^3 жидкости. Опыт показывает, что соотношение летучих кислот в двух последующих дистиллятах, начиная с третьей перегонки, равняется приблизительно 2 : 1. Таким образом, исходя из количества летучих кислот, содержащихся в первых 500 см^3 дистиллята и в каждых 400 см^3 жидкости, полученных в результате второй и третьей перегонок, нетрудно вычислить приблизительно общее количество уксусной кислоты, содержащейся в литре вина.

Что касается определения количества летучих кислот, пересчитанных на чистую уксусную кислоту, в жидкостях, полученных в результате перегонки, то его можно производить с помощью титрованного раствора известковой воды. Вот несколько определений, сделанных по этой методике:

Вино № 1, упоминаемое на стр. 353.

Для нейтрализации 500 см^3 жидкости потребовалось 26 см^3 известковой воды.

Для нейтрализации 400 см^3 жидкости, полученной в результате второй перегонки, потребовалось 44 см^3 известковой воды.

Для 400 см^3, полученных в результате третьей перегонки, потребовалось приблизительно 20 см^3 известковой воды.

Общее количество уксусной кислоты, содержащейся в этом вине, соответствует, следовательно, 26 см^3+44 см^3+20 см^3+10 см^3+

[16] Согласно г.г. Бертло и Флерие, к этому необходимо добавить эфиры этих кислот (Sur le dosage de l'acide tartrique de la potasse et de la créme de tartre contenus dans les liqueurs vineuses). Annales de chimie et de physique, 4-e sér., t. 5, 1865, p. 177—264. Смотрите по поводу летучих кислот в брожении работу г-на Дюкло (Etudes relatives á l'absorption de l'ammoniaque et à la production d'acides gras volatils pendant la fermentation alcoolique). Annales scientifiques de l'école Normale supérieure, t. 2, 1865, p. 249—269.

+ 5 см^3 + 2,5 см^3 + 1,75 см^3 и т. д. известковой воды. Сумма последних цифр, не полученных непосредственно из опыта, всегда равняется приблизительно значению третьего экспериментального определения. Следовательно, общая сумма равняется 26 см^3+44 см^3+20 см^3+ +20 см^3=110 см^3 известковой воды. 27 см^3 этой известковой воды нейтрализуют 0,06125 г серной кислоты или 0,075 г уксусной кислоты. Следовательно, 110 см^3 известковой воды соответствуют 0,30 г уксусной кислоты на литр вина.

Вино № 4, упоминаемое на стр. 353.

Были произведены те же определения.

На первые 500 см^3 потребовалось 18 см^3 известковой воды;

на 400 см^3 второй перегонки потребовалось 28 см^3;

на 400 см^3 третьей перегонки потребовалось 12 см^3.

Следовательно, объем известковой воды, соответствующий общему количеству уксусной кислоты, равняется 18 см^3+28 см^3+12 см^3+ +12 см^3=70 см^3, что составляет 0,19 г уксусной кислоты на литр вина.

Вино № 7, упоминаемое на странице 354.

Те же определения.

Это вино содержит 0,42 г уксусной кислоты на литр.

Но рассмотрим теперь *вино № 8.*

Для нейтрализации первых 500 см^3 потребовалось лишь 17 см^3 известковой воды;

400 см^3 второй перегонки потребовали 20 см^3;

400 см^3 третьей перегонки потребовали 10 см^3;

Следовательно, общий объем известковой воды, необходимый для нейтрализации всей уксусной кислоты, содержащейся в литре вина, равнялся 17 см^3 + 20 см^3 + 10 см^3 + 10 см^3 = 57 см^3, что соответствует лишь 0,16 г уксусной кислоты на литр.

Не вызывает сомнения, что разница в количестве летучих кислот, содержащихся в вине № 8, с одной стороны, и в винах № 1,4,7 — с другой, должна обусловливаться почти исключительно разницей, установленной при микроскопическом изучении в составе их осадков. Однако будет небесполезно привести непосредственное доказательство этого.

4 января 1866 г. я снова исследовал осадки в этих винах. Осадки были взяты из других бутылок, которые я тщательно хранил и никогда не открывал с момента их наполнения — 21 ноября 1864 г., иначе говоря спустя приблизительно 13—14 месяцев. Эти вина остались перенасыщенными углекислым газом. Бутылки были хорошо закупорены, а пробки залиты мастикой. Благодаря хорошей закупорке и давлению углекислого газа в бутылки не могло проникнуть ни малейших следов воздуха. Микроскопический анализ осадков вин № 1, 2, 4, 7 позволил установить наличие в них значительно бо́льшего количества нитей паразита, чем во время первых исследований, результаты которых приводятся на страницах 354—355. Рисунки 38, 39, 40 и 41 дают общее представление о микроскопическом виде этих осадков [17]. После этого я снова определил количество летучих кислот в винах № 1 и 4 и установил, что общий объем известковой воды (известковая вода, служившая и для предыдущих определений), необходимый для нейтрализации всей уксусной кислоты, равнялся:

для вина № 1 — 43 см^3 + 65 см^3 + 29 см^3 + 15 см^3 + 15 см^3 = = 167 см^3.

для вина № 4—38 см^3 + 57 см^3 + 25 см^3 + 13 см^3 + 13 см^3 = = 146 см^3.

Это соответствует 0,46 г и 0,40 г уксусной кислоты на литр вина — количества, значительно более высокие, чем 0,30 г и 0,19 г, обнаруженные год назад. Эти различия могут обусловливаться лишь размножением нитей паразита. Без сомнения, я обнаружил бы значительно больше уксусной кислоты и в винах № 2 и 7, потому что рис. 39 и 41 показывают значительно большее количество паразитов в осадках этих вин по сравнению с результатами наблюдений, проведенных год назад. Но мы можем идти еще далее в такого рода доказательствах.

Выше я указывал, что обычно, по мере старения, вина все более и более страдают от паразитов. Это касается даже тех вин, которые

---

[17] Я отмечу, что эти наблюдения могут служить достоверным доказательством того, что паразит, изображенный на рис. 35, совершенно не нуждается в газообразном кислороде для своего развития, потому что в данном случае он размножился при полном отсутствии этого газа.

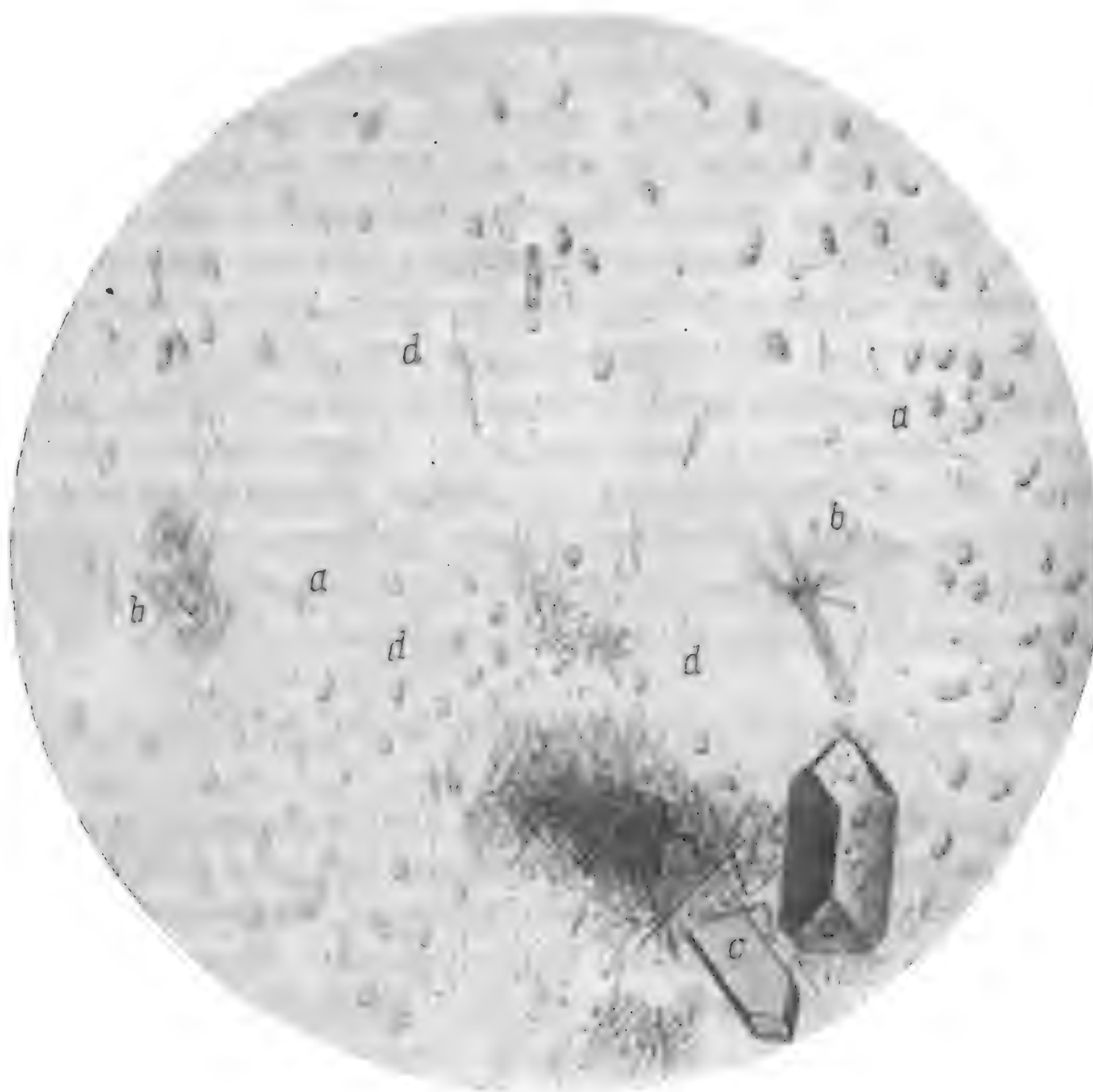


Рис. 38.

Рис. 38, 39, 40 и 41. Вино, пораженное турном

a. a. — обычный фермент спиртового брожения вина;
в. в — игольчатые кристаллы кислого виннокислого калия;
c. c—кристаллы нейтрального виннокислого кальция;
d. d—нити паразита, вызывающего турн вина. ×400



Рис. 39



Рис. 40



Рис. 41

потребитель считает еще здоровыми. Таким образом, вероятно, что количество уксусной кислоты в винах, поступающих в продажу после однолетней, двухлетней или трехлетней выдержки, будет постепенно возрастать. Опыт как раз и подтверждает это. Вот несколько анализов вин, подобранных в соответствии с этими условиями.

Простое вино хорошего качества с виноградников Арбуа 1863 г. Исследовалось в 1865 г.

В литре содержится 1,33 г уксусной кислоты.

Бордосское вино, купленное в 1864 г.; проданное как вино 1859 г. Исследовалось в 1865 г.

В литре содержится 1,08 г уксусной кислоты.

Вино сорта Божоле с виноградников Дуби 1854 г., присланное г-ном Террель де Шеном[18]. Исследовалось в 1865 г.

В литре содержится 0,66 г уксусной кислоты.

Обычное бургундское вино 1856 г. Исследовалось в 1864 г.

В литре содержится 0,80 г уксусной кислоты.

Вино с виноградников Арсюр 1859 г. Исследовалось в 1864 г.

В литре содержится 2,41 г уксусной кислоты. Возможно, что в этом вине, которое было доставлено и разлито по бутылкам лишь в октябре 1863 г., началось образование уксусной кислоты под влиянием *mycoderma aceti,* развившейся на поверхности вина в бочках.

Во всех этих винах, без исключения содержались нити паразита. Достаточно поставить одну из бутылок вертикально, оставить ее в покое на один или два дня, затем осторожно слить почти все вино и исследовать осадок в микроскопе после того, как осадок был хорошо разболтан в 2 или 3 см^3 жидкости, оставленных специально для этого на дне бутылки. Как бы ни был мал этот осадок, в нем всегда обнаруживалось некоторое количество нитей паразита, образовавшихся или в бутылках, или же попавших из бочки, из которой было налито вино. Так, на рис. 42 изображен осадок вина с виноградников Дуби 1854 г., о котором я только что говорил. Я повторяю, трудно най-

[18] Я с большим удовольствием пользуюсь предоставленной мне возможностью, чтобы выразить мою благодарность г-ну Террель де Шену, автору интересных работ о болезнях вина, за его любезное предложение своей помощи в проведении исследований, которыми я занимаюсь.

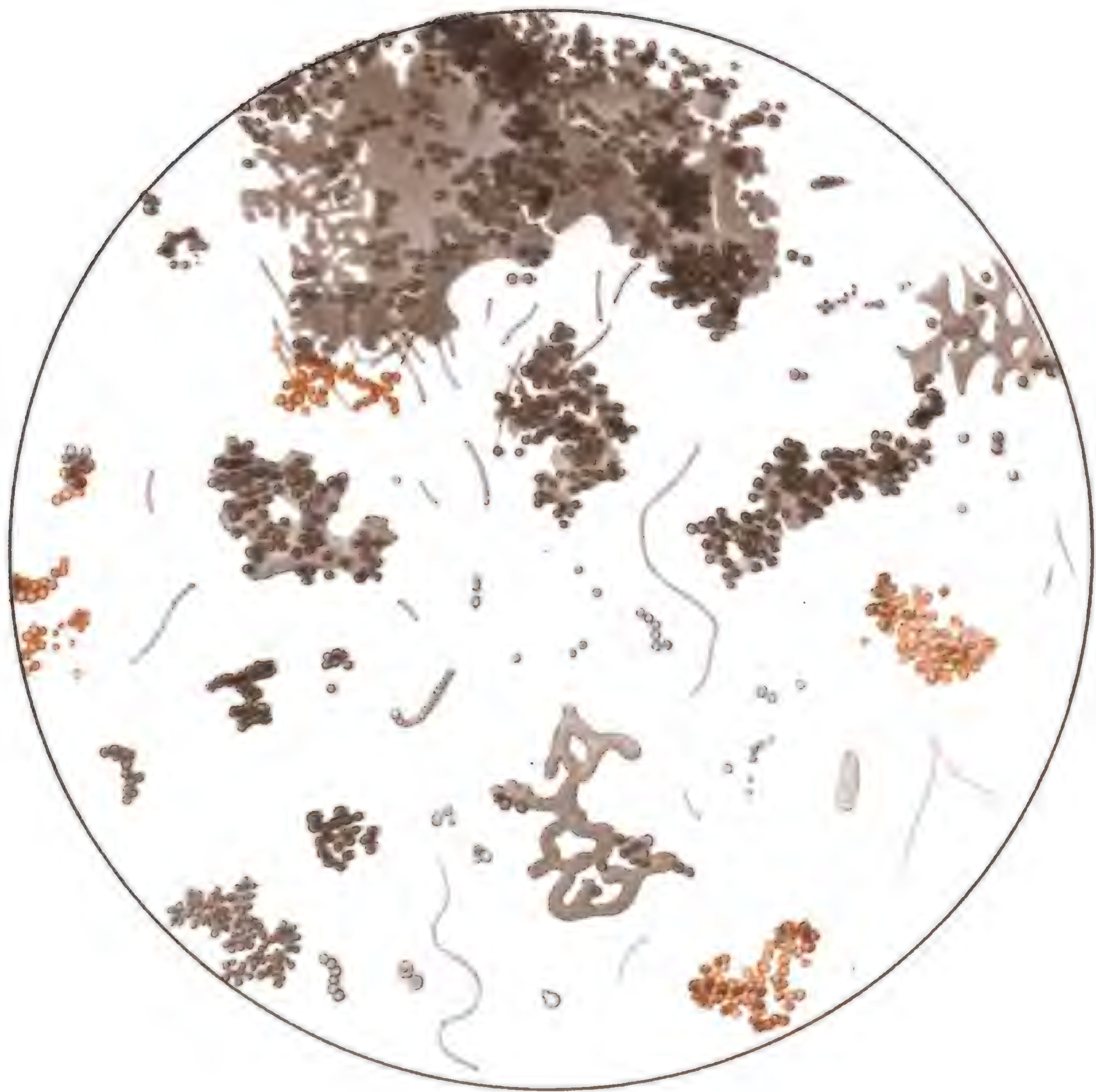


Рис. 42. × 600

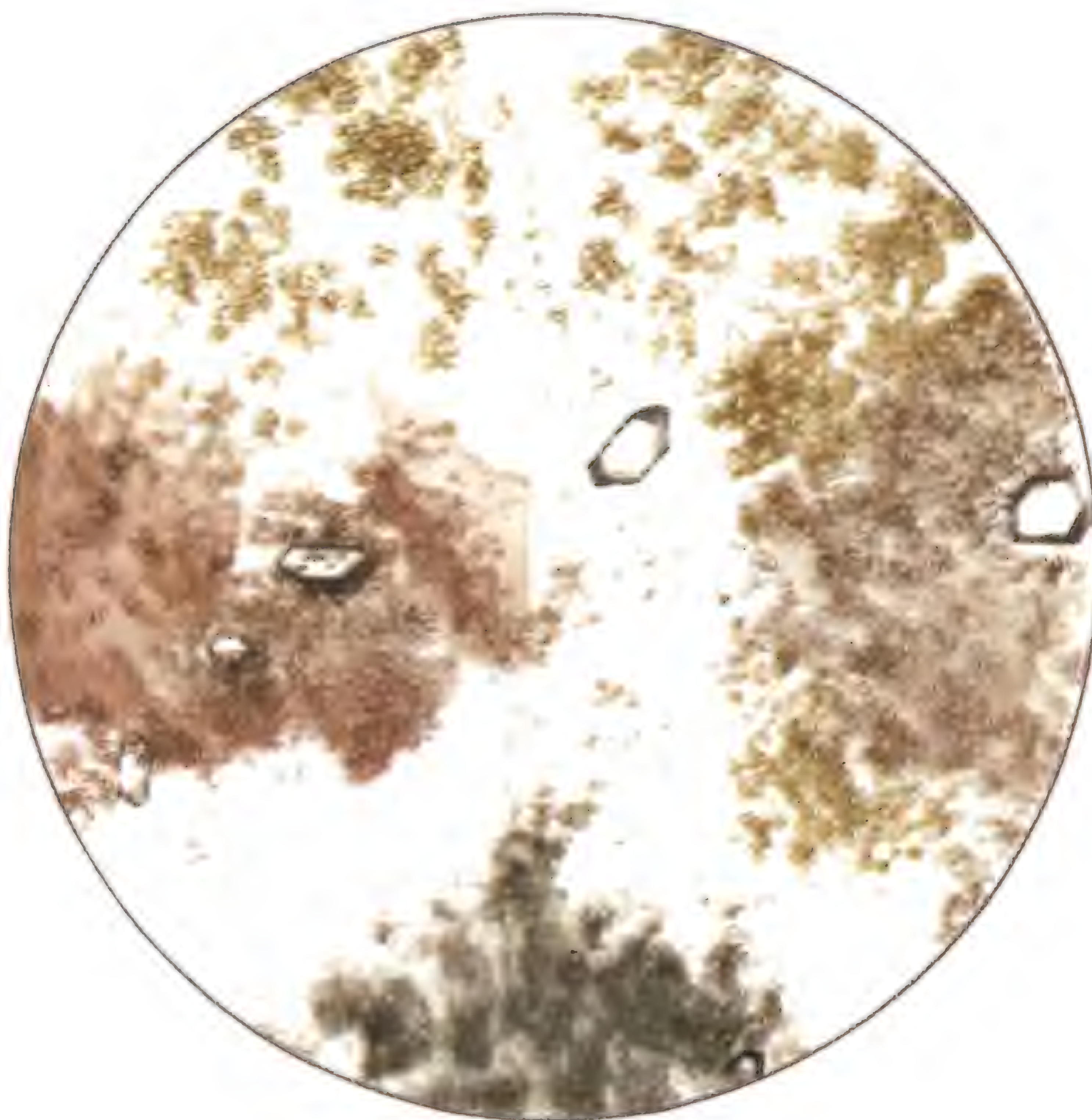


Рис. 43. × 600

ти натуральное красное столовое вино, в осадке которого не содержалось бы этих паразитов. Это касается как простых, так и наиболее хороших вин. Однако на рис. 43 приводится один из подобных примеров. На нем изображен осадок вина очень хорошего качества 1834 г. Наблюдения были сделаны в 1865 г. Я вернусь позднее к составу этих осадков.

В настоящий момент мне хочется обратить особое внимание на довольно значительное содержание уксусной кислоты в случайно взятых винах, находящихся в продаже. Получены данные приблизительно того же порядка, что и значения, взятые мною из таблицы г-на Мюльдера.

Не вызывает сомнения, что количества уксусной кислоты, обнаруженные этим химиком в различных винах, совершенно ненормальны и сами по себе не имеют никакого значения. Они являются результатом заболевания сходного с болезнями скисания вина и обусловливаются аналогичными причинами.

Болезни, вызывающие скисание, требуют для своего проявления контакта вина с воздухом. Они свойственны винам, хранящимся в бочках. Возникновение обычая систематической доливки бочек, столь необходимой в большинстве винодельческих районов, в значительной степени объясняется существованием этой болезни. Эта же болезнь обусловила также появление не менее полезного обычая хранения бутылок в лежачем положении, потому что свободная поверхность вина в даже очень хорошо закупоренных бутылках, поставленных вертикально, покрывается пленкой. Наконец, эта болезнь для своего развития требует контакта вина с воздухом, потому что ее фермент может жить и развиваться лишь в присутствии этого газа. Но наряду с этим заболеванием существует другое, условия возникновения которого весьма отличны. Вино, находящееся в лежащих бутылках, подвергается этому заболеванию так же, как и вино, находящееся в совершенно полных бочках. Это объясняется тем, что фермент, в точном смысле этого слова, совершенно не нуждается в свободном кислороде для своей жизни и деятельности. Поэтому даже вина, уход за которыми был безупречен, могут подвергаться этому заболеванию. В настоящее время в искусстве виноделия не известно ни

одного способа, позволяющего наверное предохранить вино от этого заболевания. Так как фермент этого заболевания размножается медленно, в особенности при низких температурах, и, будучи более тяжелым, чем вино, падает на дно бочек и там в основном развивает свою деятельность, то для уменьшения вреда, наносимого этой болезнью, необходимо хранить вино в подвалах с низкой температурой и переливать его перед наступлением жаркой погоды. Таким образом, удаляют осадок, который вызывает заболевание вина, или основной очаг заболевания. Растительные организмы должны размножаться заново, прежде чем они начнут проявлять свое вредное действие. Таковы, на мой взгляд, некоторые из основных обстоятельств, приведшие к использованию для хранения вина подвалов с низкой температурой. Эти данные служат также обоснованием столь полезного обычая переливания вина один или два раза в год.

Чем больше размышляешь о причинах болезней вина, тем сильнее убеждаешься в том, что искусство виноделия и уход за вином, который многовековой опыт считает необходимым, основываются главным образом на условиях жизни и особенностях деятельности паразитов вина. Таким образом, если бы нам удалось уничтожить с помощью очень простого практического способа причины спонтанного поражения вин, то без всякого сомнения можно было бы создать новое искусство виноделия, требующее значительно меньших расходов, чем современные способы, применяемые уже столь длительное время. Этот новый способ производства был бы значительно более эффективным в борьбе с потерями, вызванными болезнями вина, и, следовательно, оказал бы весьма благоприятное влияние на расширение торговли этим продуктом.

Было бы желательно достичь этой цели, так как вино с полным правом рассматривается как наиболее здоровый, наиболее гигиенический напиток. Поэтому из всех известных в настоящее время напитков человек предпочитает вино всем другим, если, конечно, у него была хоть малейшая возможность привыкнуть к нему.

Было бы целесообразно рассмотреть здесь, какие составные части вина исчезают, когда в вине, пораженном *турном,* образуются новые продукты. Г-н Баляр * в своем сообщении, которое я цитировал

выше, и г-н Бешан * уже изучали этот вопрос [19]. Я в свою очередь также занимался им, но не удовлетворен моими наблюдениями. Чтобы определить с точностью влияние какого-либо фермента на природу содержащихся в вине веществ, необходимо иметь в своем распоряжении то же вино, совершенно не измененное ферментом для того, чтобы можно было провести строгое сравнение двух проб. Это условие очень трудно выполнить. В тот момент, когда я производил наблюдения, о которых я упомянул, мне не удалось этого добиться. Несомненно, можно сперва изучить вино, затем оставить его, чтобы оно испортилось, а после этого снова произвести его анализ, что я и попробовал сделать. Но этот метод оказался очень мало достоверным и им можно пользоваться лишь для качественных определений. Это обусловливается тем, что мы еще не располагаем хорошими способами количественного определения веществ, содержащихся в вине. Таким образом, следует всегда опасаться, что различия, обнаруженные в двух анализах того же самого вина, анализах, сделанных через значительный промежуток времени, зависят от неточности аналитических методов. К счастью, эту трудность можно будет преодолеть в будущем благодаря новому способу хранения вина, который я изложу в третьей части этой работы. Поэтому я начал новую серию опытов по исследованию веществ, появляющихся в вине во время болезней. Я взял вина различных сортов, могущие подвергаться свойственным им заболеваниям. Часть этих вин я обработал по новому способу консервации, о котором я только что говорил. Другая часть не подвергалась обработке и начала портиться. Когда болезнь проявит свое воздействие в достаточной степени, больное вино можно будет сравнить с образцом того же, но хорошо сохранившегося вина. Хорошо известно, какую ценность представляют эти одновременные сравнения, даже в тех случаях, когда они производятся не вполне точными методами. Ниже, говоря о *прогоркании* вина, я приведу

---

[19] Г-н Гленар, профессор химии в Лионе, также занимался этим вопросом в 1862 г. (Glenard (A.). Note sur la fermentation tartrique de vin. Annales des sciences physiques et naturells d'agriculture et d'industrie... de Lyon (Журнал, издаваемый Лионским обществом сельского хозяйства), 3-e sér., t. 6, 1862, p. 141—160).

первый пример применения этого метода исследований для выявления влияний болезней вина на его состав.

В данный момент я ограничусь постановкой интересного вопроса относительно нормального состава вина, который одновременно касается и предмета моего изложения. Содержится ли в вине молочная кислота? В эпоху, когда молочная кислота рассматривалась как продукт спиртового брожения, наличие ее в вине считалось нормальным. Но в своей работе, посвященной изучению этого брожения [20], я установил, что в жидкостях, содержащих сахар, которые подверглись спиртовому брожению, молочной кислоты не содержится, за исключением тех случаев, когда спиртовое брожение протекало одновременно с молочнокислым брожением, в точном смысле этого слова. Таким образом, можно думать, что если в винограде не содержится молочной кислоты, то возможность присутствия ее в вине еще совершенно не доказана. Однако после опубликования данных, о которых я говорю, г-н Баляр выделил молочную кислоту непосредственно из вин некоторых сортов, и в том числе из вин, которые никогда не подвергались заболеваниям. Таким образом, можно было бы думать, что молочная кислота является нормальной составной частью вина. Но с подобным выводом не следует спешить. Действительно, мы только что установили, что совершенно здоровые на первый взгляд вина и, как считает потребитель, хорошего качества могут быть сильно измененными в химическом отношении. Кроме того, мы знаем, как трудно найти красное столовое вино, на которое бы фермент, вызывающий заболевание, известное под названием *турна*, уже не оказал бы в известной степени своего действия. Поэтому можно поставить вопрос, не являлась ли молочная кислота, присутствие которой г-н Баляр установил в изученных им винах, случайным продуктом, образовавшимся под влиянием паразитарного фермента, как это наблюдается и в случае обычных спиртовых брожений, дающих начало этой кислоте. Вот новый вопрос, подлежащий изучению, которое не встретит больших затруднений при применении способа хранения

[20] Pasteur. Mémoire sur la fermentation alcoolique. Annales de chimie et de physique, 3-e sér., t. 58, 1860, p. 323—426 (с 9 рисунками) *.

вин, о котором я только что упоминал. Я не могу еще вынести достаточно обоснованного суждения по этому вопросу. Однако я должен отметить, что, исследуя с большой тщательностью вина № 4 и 7, упоминаемые на страницах 353—354, на присутствие в них молочной кислоты, мне не удалось обнаружить этой кислоты в литре вина № 4, но я нашел несколько дециграммов ее в вине № 7. Вино № 4 образовалось в результате спиртового брожения, вызванного ферментом, находящимся в весьма чистом состоянии, тогда как фермент спиртового брожения вина № 7, как я уже говорил, находился в ассоциации с нитями паразита. Следовательно, эти результаты заставляют предполагать, что, пока вино не подвергнется воздействию нитевидного фермента, молочной кислоты в нем не содержится.

Может создаться впечатление, что я предрешаю здесь вопрос о природе нитей, вызывающих *турн* вина, и что я считаю их идентичными нитям фермента истинного молочнокислого брожения. Но среди ферментов, имеющих нитевидную форму, существует столько различных видов, что в подобного рода вопросах необходимо проявлять очень большую осторожность. Образование молочной кислоты еще не достаточно для разрешения их. Не исключена возможность, что различные ферменты могут образовывать молочную кислоту. Единственный признак, взятый изолированно, не может дать полной характеристики брожения.

Что касается микроскопических наблюдений, то, несомненно, что фермент, вызывающий *турн* вина, в особенности в тех случаях, когда после сильного встряхивания он был разбит на короткие нити или палочки, имеет очень большое сходство с молочнокислым ферментом. Но когда его изучают там, где он образовался, а также все его различные формы, то можно установить между этими ферментами некоторые различия, заключающиеся главным образом в том, что фермент, вызывающий *турн* вина, состоит из длинных цилиндрических гибких нитей без ясно выраженных сужений, настоящих неразветвленных нитей, в которых деление на отдельные элементы не всегда ясно выражено. Наоборот, фермент молочнокислого брожения состоит из коротких элементов, слегка суженных посредине. Поэтому иногда

может создаться впечатление, что он состоит из отдельных гранул, в особенности в тех случаях, когда несколько элементов соединены между собой.

Не следует, однако, преувеличивать различий между этими двумя ферментами на основании лишь этого признака. Последний в известной степени обнаруживается у большинства подобных организмов вследствие свойственного им способа размножения поперечным делением. Природа фермента может быть точно установлена лишь на основании его физиологической деятельности, а мы еще недостаточно знаем физиологические функции фермента, вызывающего *турн* вина. Я даже склоняюсь к мысли, что под термином *турн* вина подразумевается несколько различных болезней, вызываемых различными нитевидными ферментами.

Болезни этого типа поражают не только красные вина. У шампанских вин, у легких красных вин, а также у белых шампанских вин Юрской области нередко появляется очень неприятный раздражающий *кисловатый привкус*. Я установил, что это изменение вызывается паразитом, который мы исследуем. Даже пиво и то подвергается этой болезни. На рис. 44 изображен фермент, который я наблюдал в так называемом больном *турном пиве*. Кроме того, в момент, когда я его изучал, в бочке на поверхности жидкости образовалась пленка, состоящая из ассоциации *mycoderma aceti* и *mycoderma vini*. Этим объясняется наличие на рисунке смеси различных организмов. Часть микодермы с поверхности упала на дно и смешалась с нитями, которые вызвали *турн* пива.

C

Болезни ожирения вина. Тягучее вино, маслянистое вино

Эта болезнь редко поражает красные и очень часто белые вина, и в особенности белые вина различного происхождения, содержащие небольшое количество спирта. Примером таких вин могут служить белые вина бассейна Луары и района Орлеана.

Вина теряют свою натуральную прозрачность, становятся слабыми и пресными, а когда их переливают, тянутся, как струя масла.

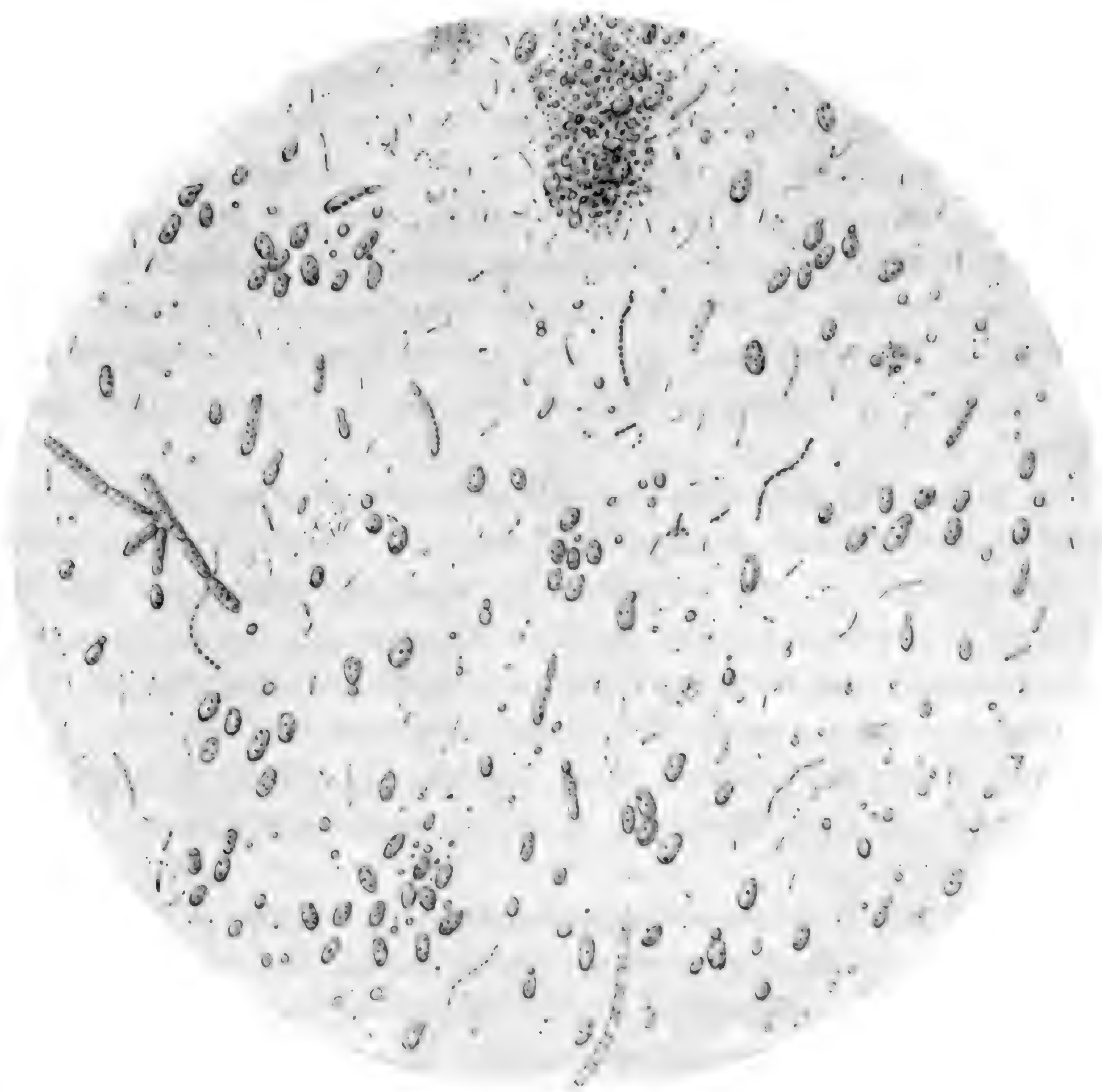


Рис. 44. × 600

Болезнь поражает вина, хранящиеся как в бочках, так и в бутылках, закупоренных самым тщательным образом.

Шапталь говорит: «Для того чтобы понять, в чем заключается это перерождение вина, необходимо напомнить основные положения, которые мы уже приводили относительно брожения. Я показал, что двумя основными веществами, необходимыми для брожения, являются сахар и фермент. Последний по своему составу приближается к животной клейковине. Я указывал также, что для правильного течения брожения необходимо строго определенное соотношение между этими веществами. Если клейковина преобладает, то часть ее остается в вине. Впоследствии она может выделяться из вина. Это вещество как раз и образует «жир» в винах, содержащих немного спирта»*.

Г-н Франсуа, аптекарь из Шалона на Марне, разработавший способ предохранения вина от этой болезни, основанный на применении таннина,— способ, получивший высокую оценку в Шампани, высказал мнение, сходное с мнением Шапталя. В клейковине пшеницы содержится вещество, растворимое в спирте, идентичное веществу, которое можно также экстрагировать спиртом из осадка белых вин, подвергнувшихся ожирению. Таннин осаждает вещество, которое, по мнению г-на Франсуа, является непосредственной причиной ожирения [21].

Здесь не место подвергать критическому разбору эти высказывания. На современном уровне развития науки нетрудно предвидеть, что они ошибочны. Однако следует выждать результаты сравнения, о которых я только что говорил, между больными винами и теми же самыми хорошо сохранившимися винами, для того чтобы установить природу продуктов, за счет которых жир образуется в вине.

На рис. 45 приводится изображение фермента белых вин, пораженных ожирением. Это цепочки, состоящие из маленьких шариков, диаметр которых колеблется в широких пределах в зависимости от вида вина, пораженного этой болезнью. Ферменты, изображенные на

---

[21] François. Mémoire sur la cause de la graisse de vins et sur le moyen de la detruire ou de la prevenir. Annales de chimie et de physique, t. 46, 1831, p. 212—217.

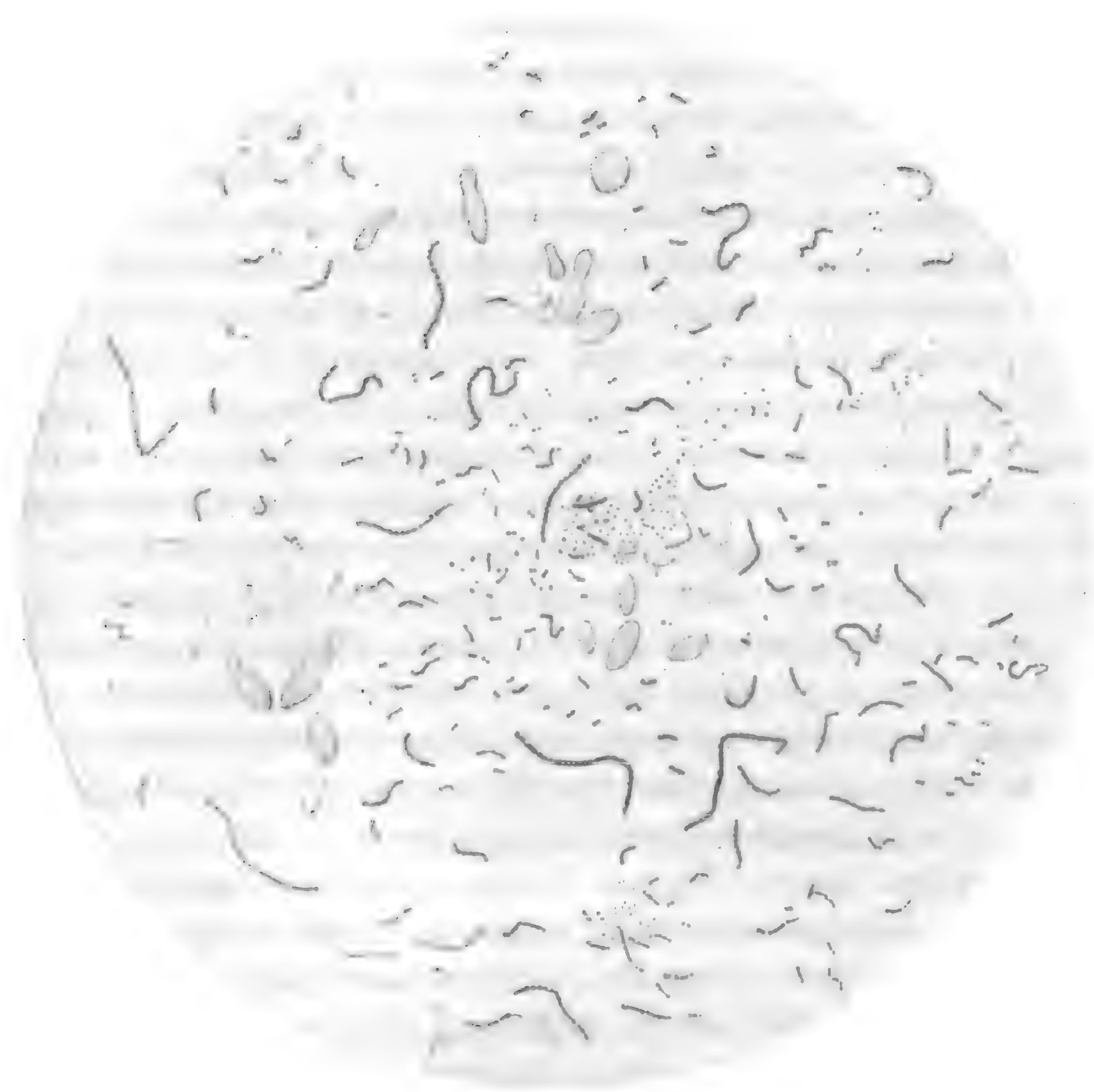


Рис. 45. Болезнь ожирения вина. Белые вина Шампани, Орлеанской области и т. д. (вино Орлеанской области, ставшее очень вязким). × 750

рисунке, были обнаружены в белом *нантском* вине, типа тех вин, которые в Орлеане употребляются для приготовления уксуса. В данном случае диаметр шариков был менее одной тысячной миллиметра.

Если вино подверглось ожирению в бутылках, то фермент обнаруживается на дне бутылки или же находится во взвешенном состоянии в массе вина. В последнем случае наличие фермента может усиливать тягучесть вина, потому что переплетенные цепочки как бы направляют струю жидкости, в результате чего может создаться впечатление, что вино обладает большей вязкостью, чем это есть на самом деле. Этим, может быть, и объясняются данные, установленные старыми авторами, в том числе и Шапталем, показавшими, что ожирение можно уничтожить, «взбалтывая содержимое бутылки в течение четверти часа, а затем откупорив ее для удаления пены и газа»[22]. Появление фермента сопровождается образованием своего рода желе, которое может свернуться под воздействием встряхивания, в результате чего произойдет кажущееся понижение вязкости вина. Это слизистое вещество вместе с содержащимися в нем переплетенными цепочками фермента образует в некоторых случаях настоящую, скользкую при прикосновении, пленку, совершенно аналогичную пленке в аппаратах для образования уксуса. Я обнаружил эту болезнь в Орлеане в большом количестве бочек вина, принадлежавшего фирме Бретон-Лорион. Бочки не были наполнены доверху. В бочках, в которых вино было поражено *ожирением,* на поверхности вина вместо обычной цвели, состоящей из *mycoderma vini*, образовалась кожистая пленка. Если бы мы судили лишь по внешнему виду пленки, то можно было предполагать, что вино должно превратиться в уксус. Однако в вине не содержалось уксусной кислоты. Кроме того, микроскопические исследования позволили мне установить, что пленка на поверхности вина состояла не из *mycoderma aceti*, но являлась своеобразным продуктом особого типа развития фермента ожирения вина, что, без сомнения, обусловливалось контактом вина с воздухом и тем, что бочка не была наполнена доверху. Эти кожистые пленки, помещенные в бутылку с белым вином, вызывали

[22] Chaptal. Art. vin. В «Cours complet d'agriculture, ou Dictionnaire universel d'agriculture de Rozier». Paris, 1781—1800, 10 vol., in-4°, t. 10, p. 358.

через некоторый промежуток времени чрезвычайно сильное ожирение вина.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что ожирение вина вовсе не является, как это думали до сих пор, результатом осаждения клейковины, более или менее аналогичной клейковине пшеницы, оседающей в вине под влиянием неизвестных причин. Это побочное брожение, обусловленное развитием паразитов, зародыши которых были внесены вместе с виноградом и, по всей вероятности, вместе с отдельными ягодами винограда, сгнившими на кусте под воздействием паразита или одной из его разновидностей, или одного из его вариантов. Какое изобилие всякого рода зародышей вносят в чан для брожения виноградного сусла! Каких только поражений не встречается на том или ином листе, на тех или иных ягодах винограда, которые были повреждены в результате воздействия одной из тысячи возможных причин и в которых уже начались различные брожения и гниения! Какое громадное количество зародышей приносится воздухом и оседает на восковом слое внешней поверхности ягоды винограда!

Если вино по своему составу подходит для развития некоторых из этих зародышей, то последние непременно размножатся в определенный момент, когда условия температуры и аэрации жидкости будут благоприятствовать этому.

Существует два класса зародышей, которые погибают в чанах с бродящим суслом и в получаемом из него вине. С одной стороны, это инфузории, бактерии, кольподы, мелкие черви и т. д., а с другой стороны,— споры плесеней, развивающихся в контакте с воздухом. Ни одна из инфузорий не может размножиться в вине потому, что вино обладает кислой реакцией, а кислота убивает инфузории. Что касается спор плесени, то они не прорастут, потому что они и плесень, которая из них образуется, нуждаются для своей жизнедеятельности в кислороде, а в чаны или в бочки с бродящим суслом воздух проникнуть не может. Это является добавочной причиной, почему в бродящем сусле не могут развиваться инфузории. Какие же организмы появятся и начнут размножаться в изобилии? Условия жизни весьма подходящи для ферментов, этих необычайных

организмов, могущих жить без воздуха в глубоких слоях жидкости, содержащей органические вещества, от которых они берут связанный кислород. В этом и заключается характерная особенность ферментов, согласно общей теории брожения, к которой я пришел несколько лет тому назад и которая, в чем я все более убеждаюсь, является точным выражением наиболее хорошо изученных фактов.

К тому же мы будем наблюдать лишь образование растительных ферментов, которые способны приспосабливаться к средам, содержащим некоторое количество кислоты и спирта. Поэтому в вине никогда не происходит маслянокислого брожения, так как вибрионы, вызывающие это брожение, погибают в жидкостях, имеющих кислую реакцию. Если бы мы для нейтрализации жидкости добавили в бродильный чан некоторое количество мела, то, наоборот, мы наблюдали бы размножение этих вибрионов. Если бы во всех этих исследованиях мы не учитывали условия, необходимые для развития низших организмов, то нам могло бы показаться, что в этом случае происходят удивительные явления. Мы могли бы, без сомнения, предположить, что в сусле происходит созидание различных организмов, тогда как в действительности общие законы находят здесь, как и повсюду, простые и естественные приложения. Едва ли стоит останавливаться на том, какое сходство на первый взгляд существует между ферментом, вызывающим ожирение вина, и ферментом, обусловливающим турн вина. Оба фермента имеют нитевидную форму. Но тогда как фермент *ожирения* вина состоит из цепочки шариков, фермент, вызывающий *турн,* состоит из цепочки члеников, границы между которыми провести не всегда легко. Можно подумать, что нити этого фермента на большом протяжении имеют совершенно гладкую поверхность. По крайней мере, подобная картина наблюдается чаще всего, однако никаких абсолютных различий установить в данном случае невозможно. Эти различия выступят более отчетливо в последующих разделах.

Если мы будем исследовать осадки вин, пораженных ожирением, после того как брожение, вызвавшее эту болезнь вина, прекратилось, одним словом, когда фермент более не размножается и не проявляет своего действия, мы убедимся, что цепочки, состоящие из зерен,

разрушаются, и, начиная с этого момента, обнаруживаются элементы, состоящие не из цепочек, а лишь из двух маленьких сферических зерен *.

Д

Болезнь прогоркания вина. О прогоркании, о мышином привкусе и т. д.

Это одна из болезней, приносящих наибольший вред торговле винами и, в особенности, торговле старыми выдержанными винами. Последние всегда приготовляются на лучших виноградниках, потому что для длительного хранения отбирают лишь вина лучших сортов. Эта болезнь поражает все красные вина, без исключения, и преимущественно наиболее ценные вина департамента Кот-д'Ор и вина других лучших виноградников. Нет ни одного винодельческого района во Франции, в котором бы не имелось своего более или менее знаменитого холма. И что же, как раз вина с этого холма и становятся *горькими* при хранении. Конечно, можно сказать, что вино с виноградников, расположенных на равнинах, никогда не хранится достаточно длительное время для того, чтобы мы смогли установить, может ли оно в свою очередь подвергнуться *прогорканию*. Это в известной степени правильно. Однако, без сомнения, при всех равных условиях обычные вина значительно реже подвергаются прогорканию, чем вина хороших сортов. Наоборот, обычные вина чаще, чем высококачественные, поражаются *турном*.

Для описания болезни прогоркания вина я не могу сделать ничего лучше, как воспроизвести здесь интересное письмо искусного винодела г-на де Верньетт-Ламотта, которое он соблаговолил направить мне 27 апреля 1864 г., после моего сообщения 18 января того же года в Академии, посвященного описанию фермента, вызывающего прогоркание вин.

Полный текст этого письма напечатан в приложениях к этой работе **. Я привожу лишь следующие отрывки:

«Мы различаем два типа прогоркания вин: первый из них поражает вино между вторым и третьим годами хранения, второй встречается лишь в очень старых винах. Эта последняя болезнь, которая

заслуживает названия болезни *мышиного привкуса,* представляет значительно меньшую опасность, чем первая, в том отношении, что вина, которые она поражает, оставались и остаются в хорошем состоянии в течение многих лет, тогда как болезнь прогоркания в точном смысле этого слова портит и полностью уничтожает вина в первые годы хранения.

В начале заболевания у вина появляется своеобразный запах, цвет его становится менее ярким. Вино теряет свой вкус. Местные виноделы говорят, что вино начинает *мягчить.* Горький вкус выражен еще слабо, но если мы не будем принимать специальных предосторожностей, то горечь появляется в ближайшее же время. Все указанные изменения быстро усиливаются. Вскоре вино становится горьким, и при дегустации улавливается легкий привкус брожения, что обусловливается присутствием следов углекислоты. Наконец, болезнь может развиваться далее, красящее вещество вина полностью разрушается, винный камень разлагается[23], и вино становится непригодным к употреблению.

Для того чтобы вино потеряло бóльшую часть своей цены, вовсе не является необходимым, чтобы симптомы болезни зашли так далеко, как мы только что сказали. Если у вина изменился букет, если вкус его полностью не сохранился, то бочка вина, стоившая 500 франков, стоит лишь 100, и бутылка Романе, за которую уплатили бы 15 франков, стоит не более 1 франка.

Болезнь прогоркания вина приносит наибольший вред знаменитым бургундским винам, или, точнее, красным винам Бургундии и Шампани, приготовленным из винограда сорта *Пино.* Мы считаем, что прогоркание является органической болезнью вин, приготовленных из винограда сорта *Пино.* К тому же это единственная болезнь, которой следует опасаться...»

---

[23] Утверждая, что в данном случае происходит разложение винного камня, г-н Верньетт основывается, без сомнения, на результатах уже выше цитированной работы г-на Гленара (Glenard (A). Note sur la fermentation tartrique de vin. Annales des sciences physiques et naturelles d'agriculture et d'industrie... de Lyon, 3-e sér., t. 6, 1862, p. 141—160). Из данных, приведенных в приложении к нашей работе, можно убедиться, что этот вопрос требует еще дальнейшего изучения.

Большого интереса заслуживает в письме г-на де Верньетта описание эмпирических способов, которыми он пользуется для того, чтобы по возможности предохранить вино от поражения болезнью прогоркания. Всякий будет поражен при чтении отрывка, в котором г-н Верньетт утверждает, что если бы удалось найти способ предохранения от этой болезни, то Франция выиграла бы миллионы. Иначе говоря, он указывает, какое важное значение имеют исследования истинной причины болезни прогоркания вин, приготовленных из винограда сорта *Пино.*

Я продолжу данные г-на Верньетта, изложив некоторые наблюдения, взятые из письма, адресованного мне 1 мая 1865 г. г-ном Буайо, мэром Вольне.

«В общем хорошие вина Вольне сбора 1859 г. оказались худшего качества как на вид, так и на вкус, чем вина 1858 г. Кроме того, они хуже выдерживали хранение. У меня есть вина, хранящиеся в бутылках в течение приблизительно двух лет (вина были разлиты по бутылкам после пятилетней выдержки), которые очень сильно пострадали от переливания в бутылки. Вина помутнели, затем в них образовались хлопья. Если наливать вино из бутылки, эти хлопья смешиваются с вином, которое вследствие этого невозможно получить совершенно прозрачным. Этот осадок не оседает на стенках бутылок.

«В Вольне и его окрестностях вина 1861 г. были очень неудачны. Вина этого года были почти непригодны для продажи. Не преувеличивая, можно сказать, что $\frac{19}{20}$ вин 1861 г. сохранились так же плохо, как и вина 1859 г. Однако в винах 1861 г., которые у меня сохранились, помимо хлопьев образовался большой осадок на стенках бутылок. Вина 1861 г., разлитые по бутылкам, оставались у нас, если можно так выразиться, без всякого присмотра, тем не менее их качество несколько улучшилось по сравнению с прошлым годом. Разумеется, я говорю здесь лишь об очень чистых натуральных винах, не подвергавшихся купажу и некрепленных».

Эти сведения вместе с письмом г-на де Верньетта показывают с очевидностью, насколько широко распространена эта болезнь и как велики потери, которые она вызывает.

Я изучил множество различных прогоркших вин, и мне нетрудно будет доказать, что эта болезнь также вызывается паразитом, размножающимся с необычайной легкостью в знаменитых винах департамента Кот-д'Ор и значительно хуже в обычных винах Бургундии, Юрской и Бордосской областей. Это последнее обстоятельство является объяснением различий в течении болезни в зависимости от местности и сорта вина, хотя следует отметить, что все вина могут подвергаться этому заболеванию. Таким образом, в зависимости от своего характера и от внешней температуры, эпидемические болезни поражают преимущественно те вина, которые предрасположены к этим заболеваниям.

Предположим, что у нас имеется вино, прогоркшее в бутылках, и что горький вкус вина ясно выражен. Это будет, если так можно сказать, вторая фаза прогоркания хороших бургундских вин, о которой только что говорил г-н де Верньетт. Этот тип прогоркания поражает вина после хранения их в течение некоторого времени. Поставим вертикально несколько бутылок этого вина и оставим их на несколько дней в покое. Затем исследуем под микроскопом осадок, образовавшийся в бутылках. Во всех осадках, независимо от сорта вина, мы обнаружим общий им элемент, своего рода разветвленные более или менее толстые узловатые нити. Соотношение между диаметрами этих элементов равняется 1 : 2; 1 : 3, а иногда и более. Эти бесцветные или слегка окрашенные в яркий светло-красный или темно-коричневый цвет элементы, соединяются между собой. Иногда осадок состоит исключительно лишь из этих нитей. В других случаях в нем обнаруживаются одновременно с нитями однородноокрашенные пластинки, скопления с округлыми выпуклыми контурами или кристаллы. На рис. 46 и 47 изображены осадки из прогоркших бургундских и бордоских вин. На них можно отметить некоторые из особенностей подобного рода осадков. Разветвленные изогнутые нити на этих рисунках и являются паразитами, иначе говоря, основной причиной изменений, которые претерпело вино. В дальнейшем мы полностью убедимся в этом.

Несмотря на то, что скопления с округлыми выпуклыми контурами в некоторых случаях очень похожи на организованные частицы, тем не менее они в действительности состоят из красящего вещества



Рис. 46. Болезнь прогоркания знаменитых вин департамента Кот-д'Ор (вино сорта Вольне, 1859 г.). × 600

вина. Последнее постепенно окисляется под влиянием кислорода воздуха, беспрерывно проникающего через поры пробок. Маленькие *почки,* расположенные на некотором расстоянии одна от другой на изогнутых нитях, не являются живыми организмами. Они не являются составной частью нитей. Это просто маленькие частицы красящего вещества, о котором я говорил, ставшего нерастворимым под влиянием кислорода или химических изменений, вызванных жизнедеятельностью паразита. Наконец, различие в диаметре этих нитей обусловливается почти исключительно толщиною слоя красящего вещества, осевшего на нитях в зависимости от их возраста. Эти выводы вовсе не являются предвзятыми идеями. Их достоверность подтверждается наблюдениями. Мы увидим вскоре, что красящее вещество, образующее скопления с округлыми выпуклыми контурами или осевшее на нитях, можно растворить в кислотах и спирте. После этого диаметр нити становится меньше, и они приобретают совершенно иной вид: узлы исчезают, и нити теряют свою окраску. Легко представить себе, что в тех случаях, когда паразиты покрываются налетом красящего вещества, их деятельность прекращается и они, по крайней мере частично, теряют свою жизнеспособность, или, точнее, способность к размножению. Это как раз и происходит в действительности. Очень часто дальнейшее развитие болезни прогоркания в известный момент приостанавливается. Горечь вина даже уменьшается, без сомнения, потому, что больное вино продолжает стариться и улучшается, как и здоровые вина. Это относительное улучшение качества вина нередко приводит к выводу, что болезнь закончилась и вино снова стало здоровым, но в действительности же полного выздоровления никогда не происходит.

Все, что было сказано выше, касается старых культур паразитов прогоркания вина, в которых большее или меньшее количество организмов погибло. Изучим их теперь в процессе развития, когда они еще очень молоды.

Приведу некоторые объяснения по поводу рис. 48.

Г-н Маре-Монж, владелец больших виноградников в департаменте Кот-д'Ор, послал мне 10 мая 1865 г. 25 бутылок вина сорта Помар 1848 г. В письме, которое г-н Маре-Монж любезно послал мне в это

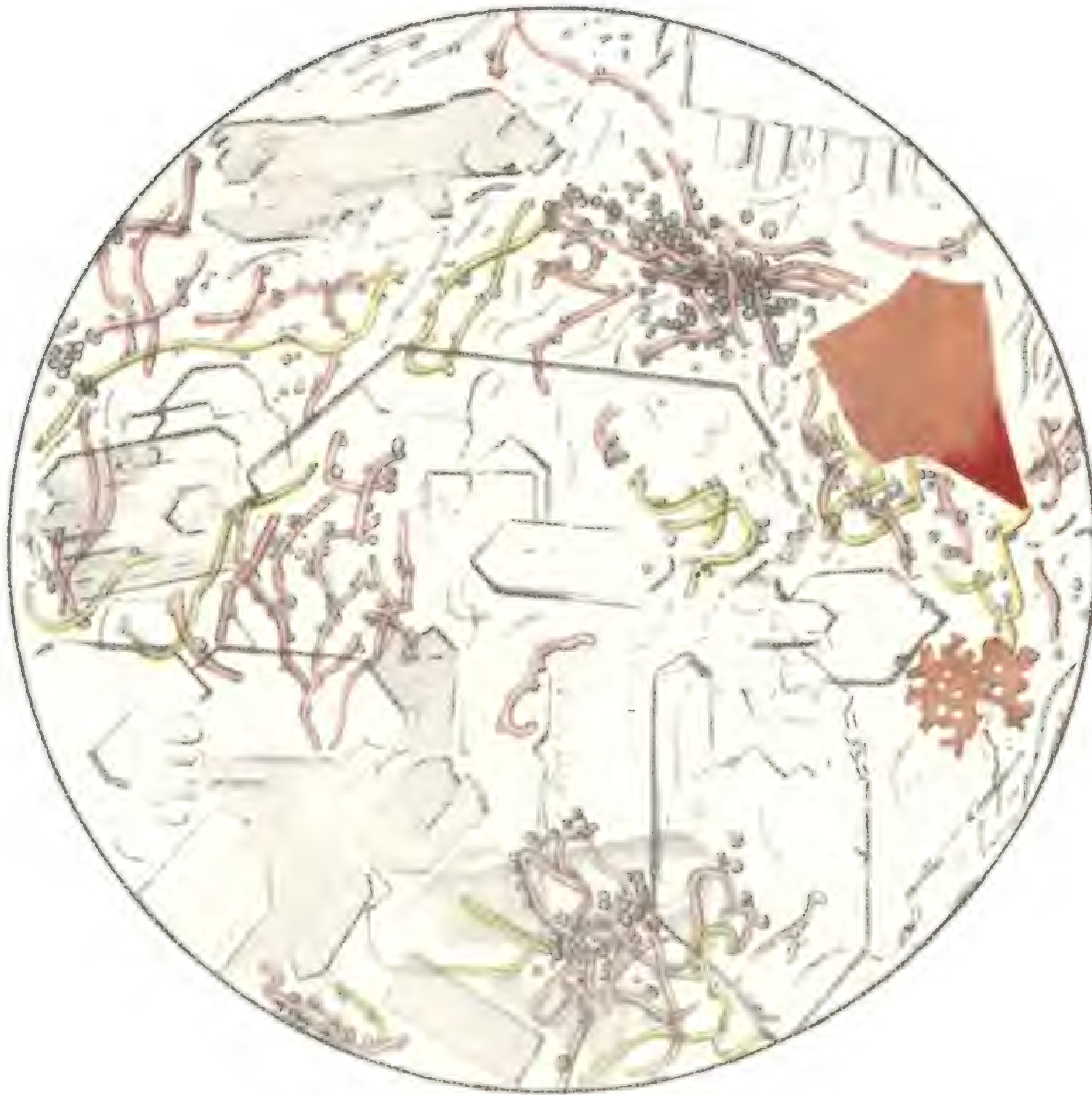


Рис. 47. Болезнь прогоркания вина (старое Бордосское вино). Фермент смешан с кристаллами винного камня и красящим веществом. $\times$ 600



Рис. 48. Болезнь прогоркания знаменитых вин департамента Кот-д'Ор (вино сорта Помар, 1848 г.). × 600

же время, он приводит следующие данные, не лишенные интереса для читателя, в связи с вопросом, которым мы занимаемся. «Наши вина «работают» в августе, несколько раньше или несколько позднее, как в хорошие, так и в плохие годы. Когда вина находятся в наших подвалах, это не вызывает у нас большого беспокойства, потому что мы переливаем их в сентябре. В марте мы их переливаем снова, затем производим оклейку и переливаем еще раз. После этого вино становится совершенно прозрачным. С потребителями обстоятельства складываются несколько иначе. Они жалуются, не зная, что делать, и часто отсылают нам обратно вина, которые хорошо сохранялись в течение одного или двух лет. Напрасно мы им советуем: профильтруйте ваше вино, находящееся в бутылках, или осторожно слейте его в бочку, придающую вину хороший вкус, и произведите оклейку, а затем через 15 дней разлейте вино снова по бутылкам. Иногда потребитель успешно справляется с этим, но чаще всего он полностью разочаровывается.

«Очень хорошие вина, как, например, вина 1854 г. разлитые по бутылкам, становятся иногда мутными как чернила и остаются такими в течение четырех-пяти лет. Можно было бы думать, что эти вина окончательно испортились. Но затем в один прекрасный день они снова становятся более прозрачными, в то время как осадок оседает на стенках бутылки; вина сливают и они оказываются очень высокого качества. Если бы удалось помешать появлению осадка, это бы явилось величайшей заслугой».

В следующем письме он пишет:

«1848 год был довольно хорошим. Однако проданное вино вызвало некоторые нарекания со стороны потребителей в связи с появлением у вина осадка и горького вкуса. У нас, благодаря переливаниям и оклейке, о которых я Вам говорил в моем последнем письме, вино хорошо сохранилось. Вину, которое я Вам посылаю, 17 лет. Его переливали три раза в год, всего 51 раз».

Через два дня на самом дне поставленных вертикально бутылок этого вина образовалось небольшое количество плавающего осадка. Осадка очень немного, так как прежде чем отправить мне вино, осадок был *удален* из бутылок. Все владельцы виноградников перелива-

ют вино перед отправкой его в бутылках для того, чтобы оно дошло до потребителя совершенно прозрачным. Я исследовал образовавшийся осадок под микроскопом и установил наличие в нем нитей, состоящих из отдельных элементов. На рисунке мы как раз и видим эти окрашенные и довольно толстые нити. Я хранил эти бутылки с вином в лежачем положении в очень хорошем подвале и наблюдал, как с мая по ноябрь количество осадка постепенно увеличивалось и как одновременно с этим на стенках бутылок образовывался однородный коричневый, прочно пристающий к стеклу, очень тонкий слой осадка. Следовательно, образуется два сорта осадков. Я изучил их под микроскопом и установил наличие в них 3 различных элементов, изображенных на рис. 48.

1. Очень многочисленные почти бесцветные нити, состоящие из отдельных более или менее ясно разграниченных элементов, нити значительно более толстые, чем нити, вызывающие турн вина.

2. Небольшое количество более толстых нитей, окрашенных в красный цвет. Я напоминаю, что это старые нити, образовавшиеся до последнего переливания вина.

3. Аморфное вещество с округлыми выпуклыми контурами. Оно образует осадок на стенках бутылки.

Бесцветные нити образовались недавно. Все они состоят из элементов паразита прогоркания вина, развившихся после доставки вина в Париж. Изменения качества вина совершенно очевидны. Я приведу соответствующее доказательство позднее, одновременно с обсуждением этого вопроса с другой точки зрения. Так как в данном случае изменения качества вина, о которых я говорю, связаны с образованием двух видов осадков, а именно плавающего осадка растительного происхождения и аморфного осадка красящего вещества, которое под влиянием окисления стало нерастворимым, то можно было бы предположить, что прогоркание вина связано с наличием аморфного осадка, а не с появлением осадка, состоящего из живых организмов. Одним из доказательств, говорящим в пользу предположения, что никакой связи между прогорканием вина и осадком красящего вещества не имеется, является то, что часто образуется лишь один осадок красящего вещества и это никогда не сопровождается прогорканием

вина; позднее я приведу несколько примеров этому. Кроме того, горечь в вине может чувствоваться очень сильно, когда в нем обнаруживается лишь плавающий осадок, состоящий исключительно из нитей паразитов. Вот доказательства, подтверждающие эти последние высказывания.

15 марта 1865 г. я получил от г-на Верньетт-Ламотта 25 бутылок вина различных сортов и среди них 3 бутылки Помара 1863 г. Это вино было только что перелито. В каждой бочке, емкостью в 228 л, образовалось 3 л осадка. Полученное вино было очень прозрачно. Мне удалось изучить осадок, образовавшийся в бочках, из которых было взято вино. В нем обнаруживались нити и аморфное вещество, состоящее из неправильной формы гранул. Следовательно, в вине содержались зародыши низших растений. Уже через шесть недель в вине можно было отметить начало образования плавающего осадка, состоящего из живых организмов. Через три месяца количество образовавшегося осадка стало очень значительным, но тем не менее он состоял исключительно из паразитов, вызывающих прогоркание вина, без каких-либо следов коричневого красящего вещества. Вино полностью сохранило присущую ему красивую окраску. Рис. 49 является репродукцией фотографии этого фермента, сделанной с помощью микроскопа. На этом рисунке можно легко установить строение и способ размножения паразита. Первое впечатление, что паразит состоит из нитей, более или менее переплетающихся между собою. При более тщательном изучении в нитях удается установить наличие перегородок, вследствие чего в нитях обнаруживаются отдельные элементы. Как раз на стыке этих элементов нити часто ломаются, но не распадаются на отдельные части, что указывает на наличие в этих местах более мягкого вещества, которое соединяет эти элементы между собою. Если бы мы закончили на этом наше исследование, то можно было бы предположить, что нити постепенно удлиняются с одного конца подобно ветвям дерева. Но если мы будем рассматривать с большей тщательностью и большим вниманием фотографическое изображение и, в особенности, некоторые его места, то убедимся, что каждая нить состоит как бы из более коротких элементов, наличие которых можно установить благодаря последова-



Рис. 49. Болезнь прогоркания вина (вино сорта Помар, 1863 г.). Молодой размножающийся фермент, находящийся в очень активном состоянии. × 600

тельным светлым и темным утолщениям и сужениям. Мне кажется, что подобная структура указывает с очевидностью на то, что удлинение нити происходит за счет удлинения всех составляющих ее элементов. Вначале эти элементы делятся неполностью, а затем, по мере их удлинения, деление их становится все более четким. Подобный способ поперечного деления наблюдается у многих инфузорий и очень резко отличается от способа размножения почкованием *mycoderma vini,* столь ясно представленного на фотографии (рис. 32).

Вино сорта Помар 1863 г., о котором я говорил, хранилось еще в бочках, когда г-н де Верньетт был так любезен и отправил мне, как я указал, несколько бутылок этого вина. Следовательно, было еще слишком рано разливать его по бутылкам. Поэтому можно было бы предположить, что разлив по бутылкам вина, которое я получил, был преждевременным, и это обстоятельство облегчило развитие паразита прогоркания. Без сомнения, момент разлива вина по бутылкам может оказать значительное влияние на последующее хранение его. Все виноделы согласны с этим, и я добавлю, что после моих исследований наука может дать удовлетворительное объяснение этому. Однако прогоркание поражает все вина независимо от их возраста. Всякий раз, когда мы имеем дело с болезнями, которые могут поражать вино, следует большее внимание уделять составу вина, чем его возрасту.

Я уже приводил в пример вино сорта Помар, в котором после 17 лет хранения паразиты прогоркания прекрасно развивались (рис. 48) (вино г-на Маре-Монжа 1848 г.).

На рис. 50 представлен фермент, развившийся через 30 лет. Вот что пишет владелец относительно вина, которое он прислал:

«Это вино 1822 г. В течение 30 лет оно прекрасно сохранялось. За последние 10 лет оно начало слабеть, и в нем появился привкус горечи. В настоящее время оно более не может быть использовано как столовое вино». Г-н де Верньетт, которому было передано это вино, в своем сопроводительном письме добавляет:

«Посылая Вам эти пробы вина, я хотел привлечь Ваше внимание к особой разновидности прогоркания вин. По моему мнению, это заболевание не имеет никакого отношения к быстро протекающей

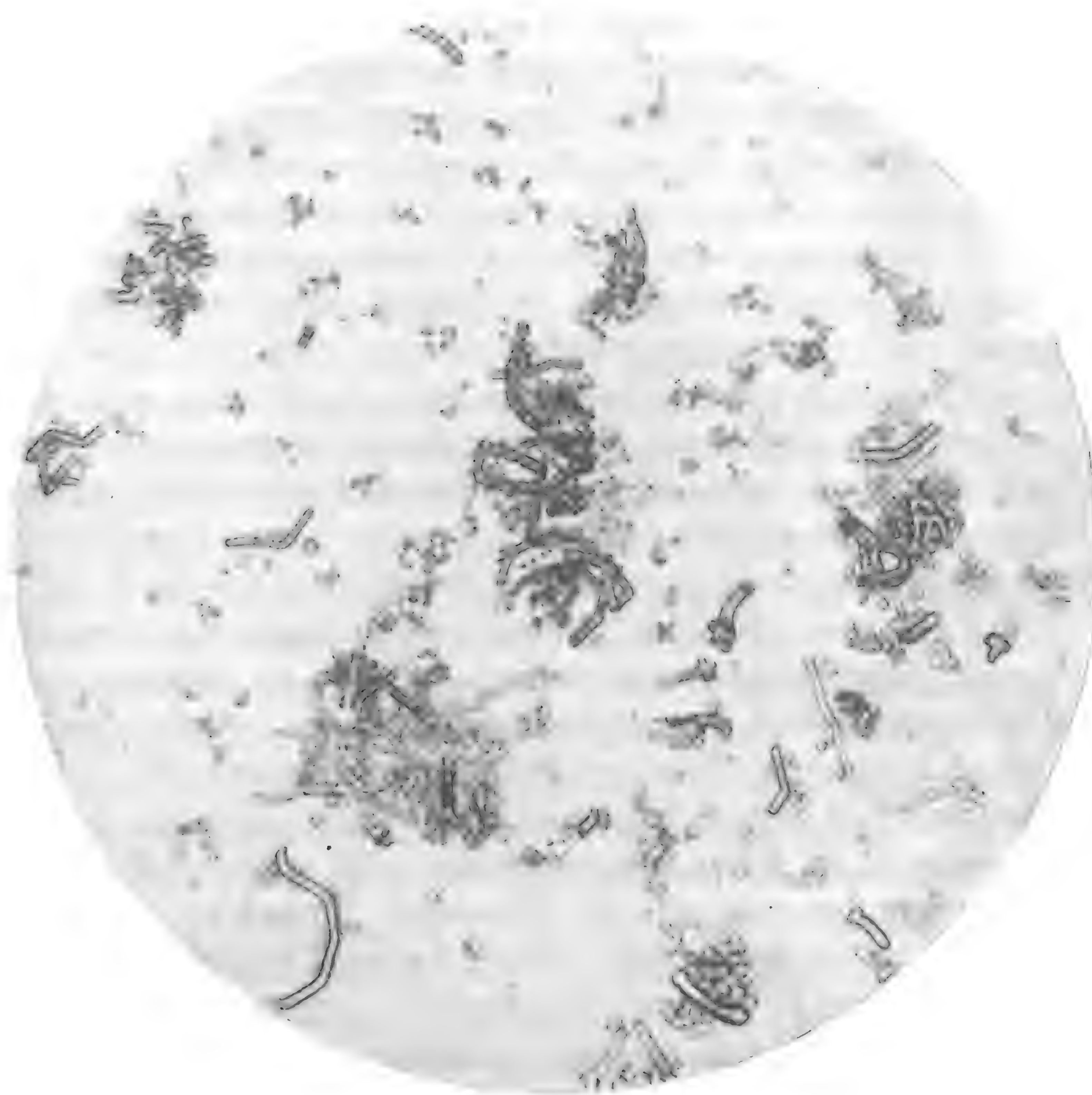


Рис. 50. Болезнь прогоркания вина. Фермент уже давно погиб. Он покрыт слоем красящего вещества и потерял свою активность. × 690

и опасной болезни, которая за один год вызвала большие опустошения среди вин сбора 1852 и 1861 гг. Это последнее заболевание приносит несравнимо больший вред виноградникам Франции, чем первое».

Замечания владельца вина и микроскопические исследования осадка позволили установить с очевидностью, что фермент прогоркания развился в данном случае спустя очень длительное время после приготовления вина. Но почему спустя столько времени, а не ранее? Без сомнения потому, что изменения, происшедшие со временем в вине, как, например, окисление его составных частей кислородом воздуха, о чем я буду говорить во второй части этой работы, или случайные, незамеченные колебания температуры и т. д. в погребе, в котором хранилось вино, превратили его в более подходящую питательную среду для паразитов. Наконец, откуда взялись зародыши паразитов в этом вине, столь долго остававшемся в хорошем состоянии, а затем вдруг оказавшимся больным? Эти зародыши существовали с момента разлива вина по бутылкам и проникли в них из бочек. Действительно, возьмите осадок в бутылке любого хорошо сохранившегося красного вина, безразлично разлито ли оно по бутылкам 10, 15 или 20 лет тому назад, и с помощью микроскопа вы убедитесь в наличии нитей паразитов. Часто невозможно определить какова их природа: вызывают ли они *турн, прогоркание* или *ожирение* вина. Однако их наличие не вызывает сомнения, и их можно обнаружить в вине с момента разлива его по бутылкам. Другими словами, вино в зависимости от своего состава, ухода, который оно получает, а также от особенностей емкости и помещений, в которых оно хранится, становится в большей или меньшей степени пригодным для размножения содержащихся в нем зародышей паразитов, вызывающих заболевания.

В подтверждение моих взглядов я могу привести немало данных.

Таково, по моему мнению, истинное объяснение влияния *крепления* или искусственного замораживания вина. Спирт является врагом паразитов. Вино, содержащее 10 или 12% спирта, в котором паразит, вызывающий прогоркание, может хорошо развиваться, становится мало пригодным для развития этих криптогамных растений, когда содержание спирта в нем доводят до 13, 14 или 15%, не-

смотря на то, что все другие составные элементы вина остаются без изменения. Что касается двух фаз болезни прогоркания, то они не являются двумя различными заболеваниями. Их вызывает один и тот же фермент, но развитие фермента начинается или же в первые годы, или же длительное время спустя, причем до начала заболевания качество вина полностью сохраняется. Совершенно естественно, что болезнь привлекает большее внимание и ее считают более опустошительной в тех случаях, когда она поражает и делает непригодным вино, прежде чем последнее поступило в продажу и прежде чем началось его потребление.

Нельзя согласиться с предположением о существовании двух болезней лишь на основании различий во внешнем виде фермента, в зависимости от того, изучают ли его в молодых или же в старых винах. В старом вине, в котором вследствие окисления всегда образуется большее или меньшее количество осадков, внешний вид фермента изменяется, он окрашивается, утолщается и начинает походить на ветку мертвого дерева в результате своеобразной окраски нитей, обусловленной осадком коричневого красящего вещества. Достоверность объяснения различий во внешнем виде развивающегося и очень старого окрашенного фермента, которое я предлагаю, не вызывает никаких сомнений. Достаточно обработать старый фермент спиртом и кислотами, а иногда даже и одним спиртом, для того чтобы внешний вид фермента стал таким, каким он был вскоре после его образования. Коричневая или красная окраска фермента (так как иногда он окрашен в красивый красный цвет) исчезает, а видимый диаметр его нитей заметно уменьшается и не превышает диаметра молодых нитей.

На рис. 51 (слева) изображен осадок прогоркшего вина 1822 г., о котором я только что говорил, а справа — тот же осадок, но предварительно обработанный спиртом или спиртом и кислотами, так как иногда для растворения красящего вещества необходимо применять кислоты. Мы видим, что диаметр нитей значительно уменьшился, что они потеряли свою окраску и что, наконец, они стали весьма похожи на молодой неокрашенный фермент прогоркания, находящийся в стадии развития.

Я указывал, что обычные вина прогоркают значительно реже, чем хорошие вина. Это хорошо известный факт. Нет ничего легче, как доказать это на примере бургундских вин, приготовленных из сортов винограда *Гаме* и *Пино*. Во всех винах, приготовленных из винограда *Пино* в наиболее южной части департамента Кот-д'Ор, по крайней мере в тех, которые я имел в своем распоряжении, уже за несколько месяцев произошло быстрое развитие фермента прогоркания, тогда как в винах из винограда сорта *Гаме* того же года и из той же местности образования ферментов в течение этого времени не наблюдалось.

Я не завершил бы моих исследований о прогоркании вина, если бы не отметил, что вина, находящиеся в неполных бочках, часто приобретают совершенно очевидный горький вкус лишь под влиянием воздействия воздуха. Но это явление не имеет никакого отношения к развитию криптогамных растительных организмов. Я много раз проверял, что это происходит исключительно в результате химических реакций. Этот тип прогоркания имеет следующую особенность: горечь исчезает, если бочку наполнить доверху и в течение нескольких недель хранить вино в полных бутылках.

16 ноября 1865 г. я отлил часть вина из бутылки с Помаром, хранившегося по указанному далее способу. Способ этот позволяет задерживать образование цвели на поверхности вина даже после того, как часть вина без особых предосторожностей была отлита из сосуда. 23 ноября на поверхности вина не обнаруживается и следов цвели: никаких криптогамных организмов не развилось ни на поверхности вина, ни на дне бутылки. Однако у вина появился ясно выраженный горький вкус. Я перелил вино в бутылку меньших размеров, наполнил ее доверху и хорошо закупорил. 27 декабря, иначе говоря, приблизительно через месяц после этого, в прекрасно сохранившемся вине не обнаруживалось ни малейших следов горечи. Затем я отлил часть вина. У вина, оставшегося в бутылке, вновь появился столь же ясно выраженный горький привкус, причем никаких криптогамных растительных организмов в нем не обнаруживалось.

Таким образом, в процессе окисления возможно появление горького привкуса у вина без наличия каких-либо организмов. Без сомнения, подобные данные, при распространении их на случаи

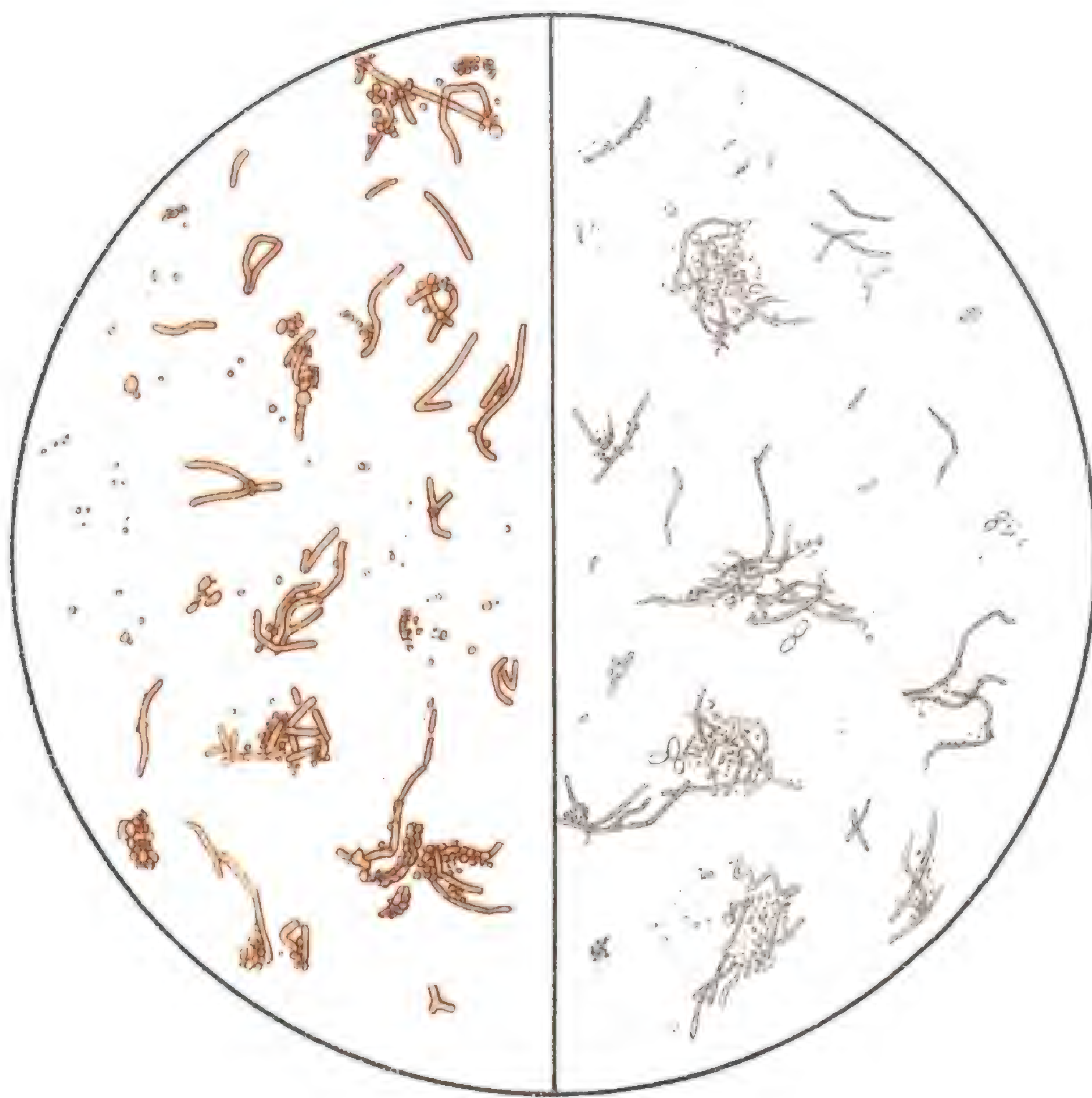


Рис. 51. Болезнь прогоркания вина.
Слева: очень старый фермент, потускневший и утолщенный в результате оседания красящего вещества.
Справа: тот же фермент после удаления красящего вещества. × 600



Рис. 52. Вино, пораженное турном и прогорканием. × 600

истинного прогоркания, и заставили многих исследователей прийти к выводу, что болезнь прогоркания является результатом разложения красящего вещества вина. Что еще может привести к ошибке и путанице между следствием и причиной, так это наблюдение, что болезнь *прогоркания* часто сопровождается изменениями красящего вещества. Если мы будем исследовать вино, часть которого хорошо сохранилась, а другая прогоркла, или, точнее говоря, находилась под воздействием нитей паразита, о которых мы только что говорили, то, сравнивая цвет этих вин в двух одинаковых стаканах, мы убедимся, что часто цвет больного вина менее ярок, краснее, светлее и менее приятен на вид. Если мы нейтрализуем эти вина, взятые в одинаковых объемах, известковой водой, то окраска больного вина, меняющаяся в зависимости от количества реактива, всегда остается более бледной, чем окраска здорового вина. Это различие особенно ясно наблюдается при полной нейтрализации вина. Кроме этого, в этот момент больное вино становится несколько тусклым и мутным. Хлопья, которые осаждаются после нейтрализации здорового вина, имеют более темную и значительно более яркую фиолетовую окраску, чем хлопья, осаждающиеся в больном вине. Эти явления протекают одинаковым образом независимо от того, был ли предварительно удален или нет растворенный в вине углекислый газ.

Остается разрешить еще один важный вопрос, касающийся прогоркания вина: вопрос о природе фермента прогоркания по сравнению с природой фермента, вызывающего *турн.* Я смогу разрешить этот вопрос лишь тогда, когда я точно установлю физиологические функции этих ферментов. Внешние различия между этими ферментами недостаточны для того, чтобы мы могли отличить их один от другого. Нити, содержащиеся в вине, пораженном *турном,* тоньше, чем нити прогоркшего вина, их деление на отдельные элементы хотя и существует, но тем не менее выражено менее ясно. Способ размножения этих двух ферментов одинаков, и я описал его выше для паразита, вызывающего прогоркание вина. Наконец, нити в вине, пораженном *турном,* не покрываются слоем красящего вещества. Часто в старых винах удается обнаружить очень тонкие бесцветные нити, смешанные с более крупными и окрашенными нитями, как это,

например, изображено на рис. 52. На рис. 53 также приводится изображение ассоциации этих двух видов нитей. Наконец, турн и прогоркание поражают различные вина. Турн часто появляется в простых винах. Наоборот, хорошие вина становятся горькими.



Рис. 53

Если бы нити, обнаруженные в вине, пораженном *турном,* являлись бы одновременно и ферментом *прогоркания* вина, то трудно было бы понять, почему в винах, пораженных турном, со временем не появляется фермент *прогоркания,* имеющий вид разветвленной ломаной нити со всеми свойственными ему особенностями в отношении цвета и размеров.

Наконец, виноделы всегда различали вина, которые поражаются турном, от вин, которые прогоркают, несмотря на то, что вина, пораженные турном, становятся безвкусными и слегка горьковатыми, аналогично тому, что наблюдается и с хорошими бургундскими винами, когда они заболевают в первые годы хранения.

Однако я согласен с тем, что разграничение турна и болезни прогоркания требует еще новых экспериментальных доказательств.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

О РОЛИ КИСЛОРОДА ВОЗДУХА В ПРОЦЕССЕ СОЗРЕВАНИЯ ВИНА. О ВЛИЯНИИ КИСЛОРОДА НА ПРОЦЕСС СОЗРЕВАНИЯ ВИНА

Всем известны искусные опыты Гей-Люссака, с помощью которых он установил то, что предполагали уже давно и утверждали без всяких доказательств, а именно, что кислород воздуха необходим для сбраживания виноградного сока. Сахаристый сок винограда, содержащийся в ягодах, прикрепленных еще к плодоножке, на которой они выросли, не бродит. На основании этих наблюдений было нетрудно сделать предположение, что воздух, а в воздухе — кислород, необходим для сбраживания виноградного сока [24].

Гей-Люссак доказал это экспериментально. Раздавив виноградные ягоды под перевернутой вверх дном мензуркой, наполненной

---

[24] Г-н Шеврель в своей статье, появившейся в «Journal des savants», пишет относительно работ знаменитого химика Сталя следующее:

«Сталь хорошо понимал тройное влияние воздуха, воды и определенной температуры на брожение.

Наблюдение о необходимости воздуха для сбраживания сусла, приготовленного из сока смородины, он позаимствовал у Бона и т. д..., так как вне контакта с воздухом эти соки не бродят. Это наблюдение, сделанное впервые Ван-Гельмонтом, было воспроизведено Майоу в 1654 г., а затем надолго забыто, так как в 1810 г. Гей-Люссак предполагал, что эти наблюдения были сделаны им впервые. Даже в настоящее время немногие знают, что эти факты были известны уже более двух веков тому назад» (Chevreul E. George Ernest Stahl. 1660—1734. § 6. Manière dont Stahl a envisagé la fermentation. Journal des savants, 1851, p. 175—176).

ртутью, он убедился, что виноградный сок в этих условиях не бродит, даже находясь в контакте с различными газами. Наоборот, добавление небольших количеств кислорода вызывало брожение.

Вот что говорит Гей-Люссак * об опыте, о котором идет речь, и о том, каким образом у него возникла идея этого опыта:

«Исследуя способы, предложенные г-ном Аппером для хранения растительных и животных продуктов, я с удивлением отметил, что виноградный сок, остававшийся без изменения в течение целого года, начал бродить через несколько дней после того, как его перелили. Пользуясь этим методом, г-н Аппер и приготовлял шипучие вина в любое время года. При рассмотрении приведенных данных у меня и возникло предположение о том, что воздух должен оказывать известное влияние на брожение... (стр. 247).

Поэтому я взял стеклянный колокол и положил в него маленькие, совершенно неповрежденные кисти винограда и перевернул его в сосуде, наполненном ртутью. Затем пять раз подряд я наполнял колокол водородом для того, чтобы удалить даже следы атмосферного воздуха. После этого я раздавил виноград в колоколе с помощью железной проволоки и поместил его при температуре между 15 и 20°. Через 25 дней брожение еще не начиналось, тогда как в соке, к которому я добавил немного кислорода, оно началось в тот же день. Для того чтобы убедиться в том, что брожение не происходило в первом колоколе лишь потому, что отсутствует этот газ, я ввел в колокол немного кислорода. Через некоторое время началось интенсивное брожение виноградного сока. Я установил, что в двух последних опытах происходило почти полное поглощение кислорода. Однако я не могу утверждать, соединялся ли он с углеродом или с водородом. Я наблюдал образование углекислого газа в объеме, превышающем в 120 раз объем кислорода, который я добавил к виноградному соку. Отсюда очевидно, что если кислород необходим для того, чтобы вызвать брожение, то он совершенно не нужен для того, чтобы оно продолжалось, и что большая часть выделившегося углекислого газа образуется за счет взаимодействия фермента с веществами, содержащими сахар. В другом опыте такого же рода с перезрелым виноградом брожение началось через 21 день, тогда как часть этого сока,

оставленного в контакте с небольшим количеством кислорода, начала бродить через 36 часов после своего приготовления. Таким образом, и этот опыт показывает, что кислород оказывает очень благоприятное действие на развитие брожения» (стр. 250—251).

Так как кислород играет определенную роль в брожении и в то же время сахар для своего превращения в спирт и углекислоту не нуждается в этом газе, то мне кажется совершенно достоверным, что фермент нуждается в присутствии кислорода для своего превращения из стадии зародыша во взрослую клеточную форму, способную затем размножаться почкованием при полном отсутствии этого газа. В опыте, о котором я только что напомнил, фермент находился в состоянии зародышей или на стенках мензурки, или в примесях, содержащихся в ртути, или же, наконец, на поверхности зерен винограда. Под влиянием кислорода эти зародыши, истинная форма которых нам еще неизвестна, превращаются в клетки фермента приблизительно подобно тому, как семя нуждается в свободном кислороде для того, чтобы превратиться в маленькое растение, имеющее корешок и стебелек. Мне кажется, что подобное объяснение фактов, установленных Гей-Люссаком, является наиболее достоверным.

Но наряду с указанным действием кислорода, на котором, мне кажется, бесполезно в данный момент задерживаться, кислород оказывает на вино и совершенно иное влияние, заслуживающее серьезного рассмотрения. В виноградном соке, как и в большинстве жидкостей животных и растительных организмов, содержатся плохо изученные вещества, интенсивно поглощающие кислород, которые вступают с ним в непосредственную связь. Много подобных веществ, без сомнения, содержится уже в сусле, а еще больше в вине, в котором, кроме того, растворены красящие вещества кожицы виноградных ягод, жадно поглощающие кислород.

Если мы будем рассматривать весь процесс приготовления вина в целом, то мы убедимся, что атмосферный воздух при этом, так сказать, полностью исключается.

Виноград бросают в бродильные чаны. Некоторые ягоды при этом отделяются от гребней и лопаются, в результате чего вытекает немного сока. Это происходит при наличии воздуха, но количество его

очень незначительно по сравнению с объемом винограда. Вскоре начинается брожение, и с этого момента кислород полностью исчезает; жидкость остается постоянно насыщенной углекислым газом. Вино быстро сливают, при этом оно стекает толстой струей, после чего его немедленно переливают в бочки. Контакт с воздухом во время переливания вина длится лишь несколько мгновений. Медленное спиртовое брожение продолжается в бочках, и жидкость все время остается перенасыщенной углекислым газом. Затем приходит время переливания вина. В этот момент вино, стекающее более или менее толстой струей в зависимости от размера крана, подвергается воздействию воздуха; после этого его немедленно переливают в другую бочку. Вино переливают возможно быстрее, а в Бургундии при переливании стараются избегать контакта вина с воздухом.

Во время разлива вина по бутылкам происходит обязательный, но как всегда очень кратковременный контакт вина с воздухом. Начиная с этого момента, вино более никогда не может находиться в контакте с воздухом. Добавьте к этому обычно практикуемую доливку бочек и окуривание серой, которые производятся довольно часто, особенно с белыми винами. Если мы напомним также, что вино, выставленное в течение нескольких часов на воздух, выветривается, иначе говоря, теряет свой вкус, то всем будет понятно, что воздух можно рассматривать как врага вина и что все способы приготовления вина являются подтверждением этого мнения.

Что происходит с кислородом воздуха, находящимся в контакте с вином, было изучено непосредственно г-ном Буссенго, который показал, что в вине не содержится растворенного кислорода, а имеются лишь азот и углекислый газ. Естественным выводом из этих наблюдений является то, что в вине содержатся очень легко окисляемые вещества. Г-н Бертло * не только подтвердил достоверность этих данных, но, насколько мне известно, первый совершенно правильно отнес снижение качества вина, хранящегося в неполных бочках, за счет поглощения кислорода. Другими словами, Бертло объясняет «выветривание» вина абсорбцией известного количества этого газа. Он также высказал, по-моему, очень правильное суждение, что букет, или, точнее, сила вина, не обусловливается лишь наличием

в нем спирта. Несомненно, в вине содержится одно или несколько веществ, которые придают ему силу независимо от содержания в нем спирта. Я добавлю, что вещества, или, по крайней мере, некоторые из них *, не являются продуктом брожения и не образуются в процессе приготовления вина. Частично они содержатся уже в ягодах винограда **. Мы можем очень легко убедиться в том, что существует «сильный» и «слабый» виноград, как существуют «сильные» и «слабые» вина, обстоятельство, которое необходимо учитывать при выборе сортов винограда.

На виноградниках Арбуа культивируют различные сорта винограда, в том числе *Плуссар и Вале Нуар*. 14 октября 1863 г. я собрал на винограднике, расположенном на солнечной стороне, очень спелый виноград этих двух сортов. Я обнаружил в соке:

Вале Нуар	9,5 г кислоты на литр (в пересчете на винную кислоту)
	207,4 г сахара
Плуссар	8,7 г кислоты
	223,2 г сахара

Хотя в данном случае в винограде сорта *Вале Нуар* содержалось больше кислоты и меньше сахара, чем в винограде сорта *Плуссар*, тем не менее, пробуя поочередно ягоды того и другого сорта, можно было отметить значительное различие во вкусовых ощущениях, причем виноград сорта *Плуссар* не был ни слаще, ни нежнее. Плуссар при прочих равных обстоятельствах имеет значительно большую силу, чем *Вале Нуар*, поэтому легко понять, что *Вале Нуар* дает вина худшего качества и на первый взгляд менее кислые, чем вина, приготовленные из винограда сорта *Плуссар*. Было бы нетрудно найти виноград сорта *Вале Нуар*, содержащий больше сахара и кислоты, чем виноград сорта *Плуссар*. Однако в вине, приготовленном из этого винограда, не будет ни той силы, хотя в нем и содержится больше спирта, ни той ощутимой кислотности, хотя в действительности оно кислее, чем вино из сорта *Плуссар*.

При изучении различных сортов необходимо учитывать обычную кислотность и количество сахара, а также их силу, главное свойство виноградного сока — понятие весьма неопределенное, но которое по-

лучит более точное содержание, когда наука продвинется вперед. Безусловно, необходимо уделять большое внимание содержанию кислоты и сахара, в особенности, когда различия в содержании их весьма значительны и выражаются, например, следующими средними цифрами: 9 и 12 для кислотности и 180 и 220 для сахара, тогда как для сортов, которые я только что сравнил, содержание 8,7 г и 9,5 г для кислот, 207 г и 222 г для сахара не должно бы сильно отразиться на вине. Однако качество полученных вин может быть очень различным, так как оно определяется не только содержанием кислоты и сахара, но находится в зависимости и от других веществ.

В свою очередь я также изучил вопрос о соотношении, которое устанавливается между кислородом атмосферного воздуха и вином при различных способах приготовления последнего. Признавая точность полученных моими предшественниками данных, давая высокую оценку многим приемам виноделия, в которых избегают контакта между вином и воздухом, я тем не менее пришел к выводу, что этот вопрос следует рассматривать с новой точки зрения, которая мне кажется более достоверной.

«Явления, которые я наблюдал,— говорит г-н Бертло,— доказывают, с какой тщательностью готовое вино должно предохраняться от воздействия кислорода воздуха, потому что длительный контакт с 10 см^3 кислорода, иначе говоря, с 50 см^3 воздуха, приводит к исчезновению букета в одном литре вина» [25].

Один автор, написавший довольно ценное руководство о винах Франции, утверждает, что в ненаполненном доверху сосуде не может быть хорошего вина [26]. Одним словом, я повторяю, кислород всегда рассматривали как врага вина, хотя бы потому, что он играет важную роль в образовании уксусной кислоты.

Но этот вопрос более сложен, и, я могу добавить, имеет большую важность, чем это думали до сих пор [27].

---

[25] Berthelot M. (Action de l'oxygéne sur le vin). C. r. de l'Acad. sci., t. 57, 1863, p. 795—797.

[26] Batilliat. Traité sur les vins de la France. Paris et Lyon, 1846, 352 p., in-8° (4 pl).

[27] Pasteur. (Etudes sur les vins. Première partie. De l'influence de l'oxygéne de l'air dans la vinification). C. r. de l'Acad. sci., t. 57, 1863, p. 936—942.

В то самое время, когда г-н Бертло проводил свои наблюдения, подтвердившие мнения виноделов о необходимости предохранения вина от контакта с кислородом, я пришел к выводу, что этот газ не только не вреден, но, наоборот, очень полезен для вина. По моему мнению, как раз кислород и *делает* вино. Под его влиянием вино стареет. Под его влиянием изменяются терпкие вещества, содержащиеся в молодом вине. Кислород уничтожает плохой вкус вина. Кислород вызывает также образование полезного осадка в бочках и бутылках. Совершенно неверно, например, что поглощение нескольких кубических сантиметров кислорода на литр вина приводит к ухудшению качества вина, уничтожает его букет и ослабляет его. Я считаю, что вино не приобрело присущих ему качеств и не должно разливаться по бутылкам, пока оно не абсорбировало значительно большего количества кислорода, чем указывалось выше.

Каким образом можно объяснить эти противоречивые наблюдения? Необходимо провести очень резкое различие между быстрым и медленным действием кислорода воздуха на вино. Кроме того, нетрудно показать, что практика виноделия, на первый взгляд, направленная на то, чтобы избежать возможности попадания кислорода в вино, в действительности же обеспечивает медленную и постепенную аэрацию этой жидкости и одновременно с этим препятствует быстрой и длительной аэрации. Я добавлю, что если бы уход за вином не включал постоянную борьбу против болезней, которые поражают вино, то многие приемы в искусстве виноделия были бы оставлены, потому что они приводят к удалению кислорода воздуха.

Действительно, следует отметить, что даже такой обычай, как, например, систематическая доливка бочек, указывающий, с какой тщательностью стараются избегать пустого пространства в бочке, еще не доказывает категорически, как это думают, что вино должно быть лишено кислорода и что не может быть хорошего вина в ненаполненном доверху сосуде.

Доливка бочек диктуется необходимостью избегать болезней вина, и этот прием достигает своей цели благодаря тому, что затрудняет развитие некоторых паразитов.

То же самое можно сказать и об окуривании серой.

Даже выветривание вина должно подвергнуться более тщательному анализу, чем это делают обычно. Совершенно правильно, что вино в неполных бочках слабеет. Однако я наблюдал, что когда выветрившееся вино хранят в наполненных доверху бутылках, со временем неблагоприятное воздействие выветривания значительно ослабевает.

Таким образом, выветривание является в основном обратимым изменением, и это нам помогает понять, какая разница существует между быстрой и медленной аэрацией вина.

Для того чтобы можно было осуществить дальнейшее развитие вышеизложенных идей со всей, заслуживаемой этим вопросом, тщательностью, мне необходимо изложить более подробно данные, которые привели меня к убеждению, что кислород оказывает на вино благоприятное и необходимое действие.

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА ГАЗОВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ВИНЕ И В ВИНОГРАДНОМ СОКЕ

С точки зрения вопроса, которым я сейчас занимаюсь, изучение состава газов, содержащихся в вине, заслуживает очень большого внимания.

Для проведения этих исследований я пользовался аппаратом, предложенным г-ном Буссенго, лишь слегка изменив его, для того чтобы его применение было более простым и удобным. Г-н Буссенго проводил определения следующим образом.

От литровой колбы, закрытой корковой пробкой с резиновой прокладкой, отходят две трубки, имеющие обычный для газовых трубок диаметр, как это изображено на рис. 54 Эти очень длинные трубки снабжены кранами. Конец одной из них изогнут таким образом, чтобы его можно было поместить в кювет с ртутью под перевернутую вверх дном и наполненную жидкостью мензурку.

Мы можем без малейших затруднений ввести в колбу от 300 до 400 см^3 воды. Для этого воздух в колбе слегка нагревают, а затем

охлаждают, причем конец одной из трубок должен быть погружен в воду, а кран второй закрыт.

Кран R^1 закрывают, а кран R открывают и конец изогнутой трубки помещают под мензурку с ртутью. После этого из колбы тщательно удаляют весь воздух, кипятя содержащуюся в ней воду. Когда весь воздух вытеснен парами воды, колбу охлаждают, при этом ртуть поднимается в трубке. Наблюдая за уровнем столбика ртути в трубке после охлаждения, легко проверить, не пропускают ли краны воздух. Если все в порядке, то в колбу наливают определенный объем изучаемой жидкости, помещая конец B трубки R^1B в эту жидкость и открывая кран R^1.

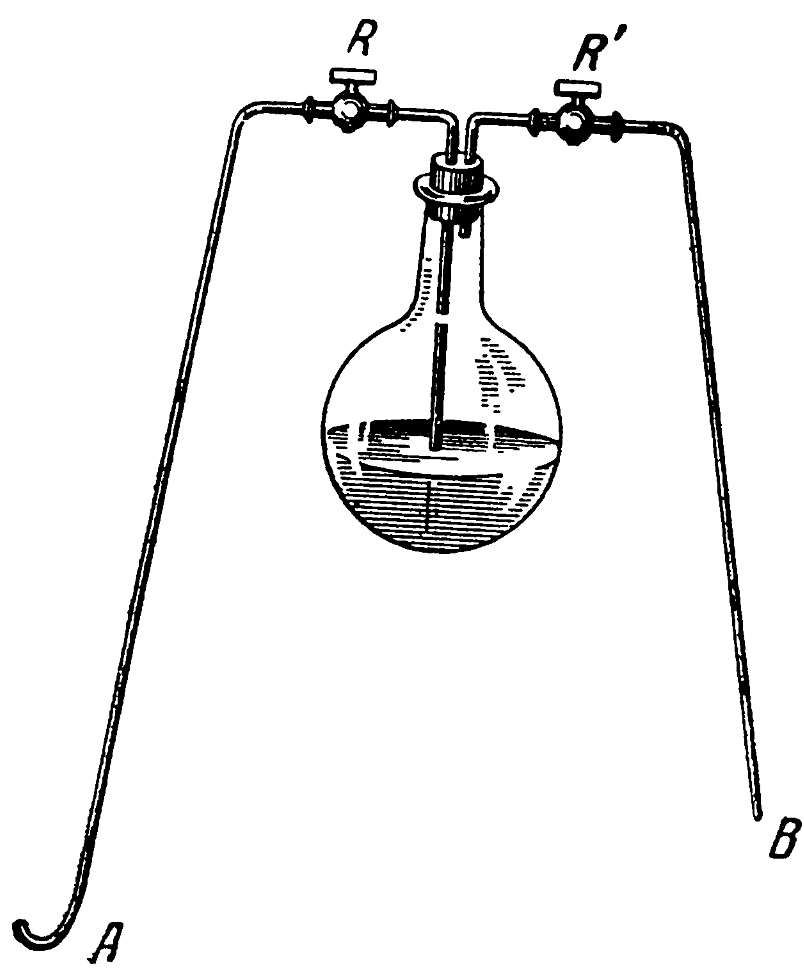


Рис. 54

После того как жидкость была введена в колбу, ее кипятят, причем кран R^1 закрыт, а кран R открыт. Весь выделившийся газ собирают в мензурку, находящуюся в кювете с ртутью.

Я пользовался этим же методом. С ним я ознакомился во время посещения блестящих лекций, которые г-н Буссенго читал в Школе искусств и ремесел. Я удалил лишь краны и корковую пробку. Мне пришлось встретиться с очень большими трудностями в подборе кранов и пробок, которые не пропускали бы воздух после длительного кипячения. Вот простой и удобный прибор, на котором я остановил свой выбор.

Это литровая колба, к которой припаяна длинная стеклянная изогнутая трубка длиною в 1 м, прикрепленная с помощью кожаных ремешков к доске, вырезанной, как это показано на рис. 55. Кроме того, колбу поддерживает железное кольцо с небольшим придатком, с помощью которого его привинчивают к доске. Железное кольцо обмотано полоской материи для того, чтобы колба лучше прилегала

к кольцу. Благодаря этому колба хорошо прикреплена к доске, никаких затруднений в обращении с ней не встречается и ее можно легко переносить с одного места на другое.

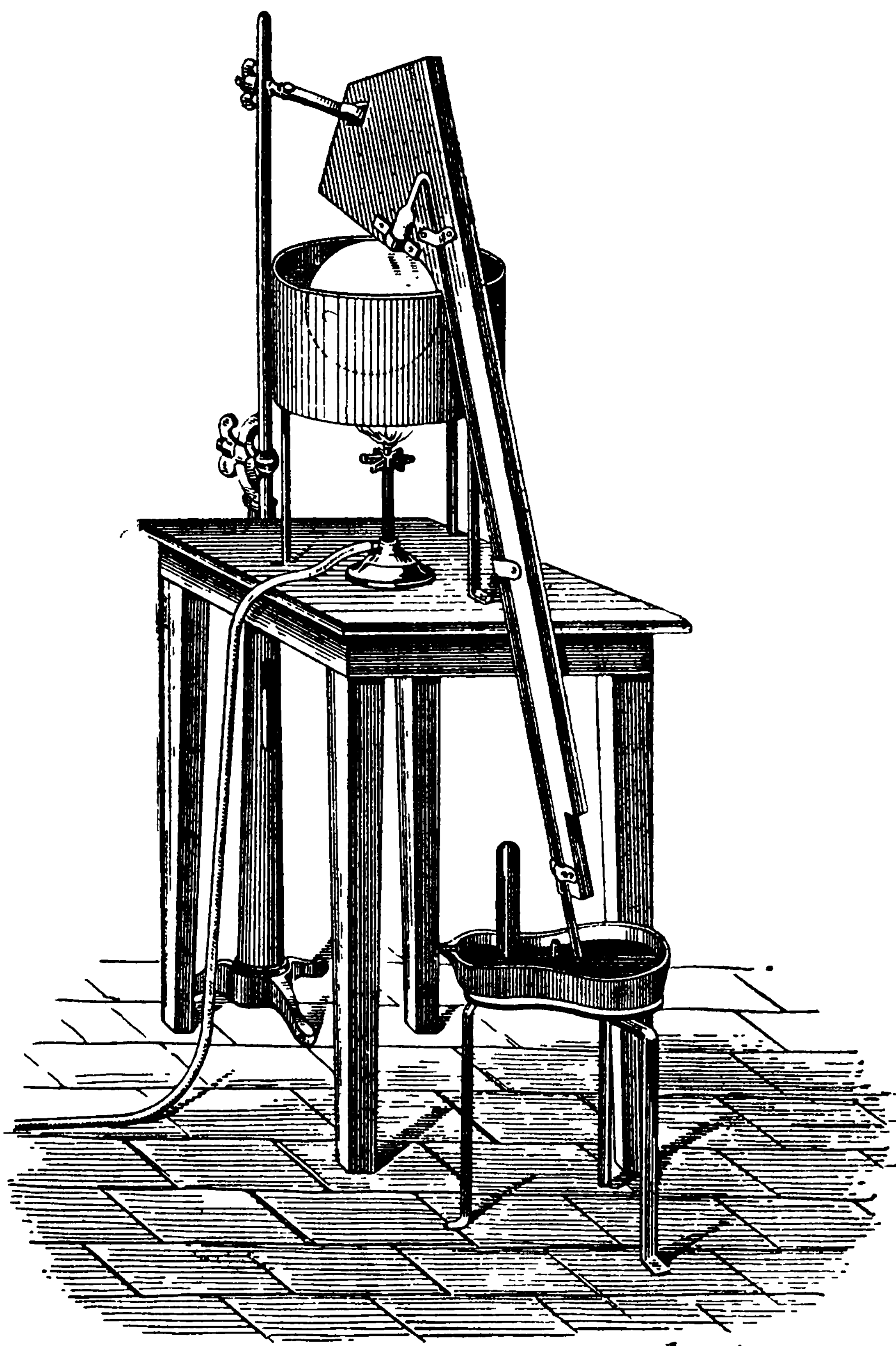


Рис. 55

Колбу помещают в баню с хлористым кальцием. Цилиндрическая банка из жести емкостью в несколько литров, наполненная хлористым кальцием, и служит баней для кипячения. Железную банку ставят на треножник и нагревают с помощью газовой горелки, а в

тех случаях, когда не имеется газа, — на жаровню с древесным углем.

Для поддержания доски с прикрепленной на ней колбой достаточно высокой металлической подставки, одна из половинок зажима которой проходит через специальное отверстие, сделанное в доске. Кроме того, доска опирается на край железной банки.

Колбу наполняют на одну треть или немного более водой. В колбу можно даже налить от 400 до 500 см^3 воды. Воду быстро нагревают до кипения. Лишь после того, как почти вся вода испарилась, загнутый конец трубки погружают в стакан с ртутью. Пока вода сильно кипит, можно не опасаться проникновения воздуха в колбу извне. При охлаждении колбы ртуть поднимается в трубке до определенного уровня, который изменяется лишь под влиянием атмосферного давления и температуры. Без затруднений мы можем переносить колбу на дальние расстояния, например в погреб. Для этого резиновую трубку, надетую на конец стеклянной трубки, замыкают в ртути стеклянной палочкой, слегка наклоняя при этом барометрическую трубку для того, чтобы при перенесении колбы, когда последнюю несколько приподнимают, ртуть, содержащаяся внутри трубки, не оказывала давления на стеклянную пробку. Кроме того, для большей безопасности мы можем перекрыть резиновую трубку зажимом Мора, который помещают между стеклянной пробкой и концом барометрической трубки.

Для того чтобы ввести в колбу некоторое количество вина, находящегося в бутылке, в каком-либо сосуде или в небольшой бочке, у которой мы можем без каких-либо затруднений вынуть затычку, пользуются сифоном (рис. 56), снабженным каучуковой трубкой, соединенной со стеклянной трубкой, которую в свою очередь можно соединить каучуковой трубкой, находящейся на конце барометрической трубки. После того как сифон был наполнен вином, которое хотят изучать, его соединяют с барометрической трубкой, крепко сжимая каучуковую трубку, находящуюся на конце последней. После этого снимают зажимы и колбу с трубкой слегка наклоняют. Жидкость из сосуда устремляется в колбу. В колбу вводят приблизительно 200, 300, 500 и более кубических сантиметров вина в зависимости от усло-

вий опыта и последующих анализов. Затем каучуковую трубку, находящуюся на конце барометрической трубки, снова крепко сжимают пальцами; сифон отделяют, и конец барометрической трубки помещают в ртуть для того, чтобы ртуть, поступающая в трубку, уравновесила давление внутри сосуда. Если колбу требуется перенести на

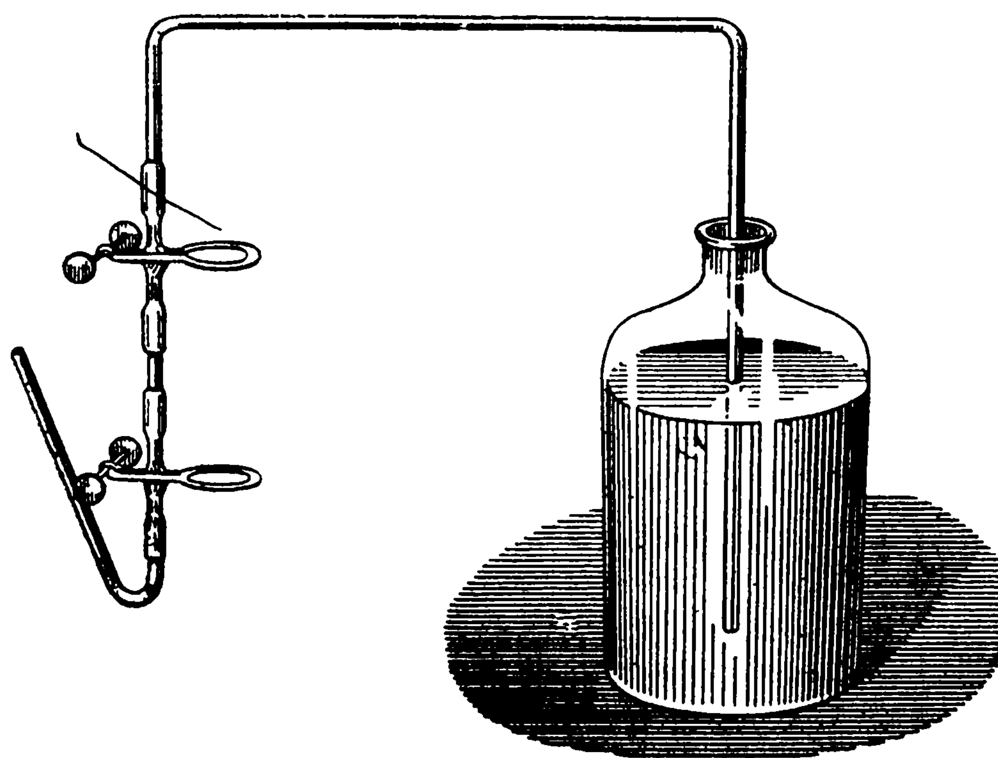


Рис. 56

некоторое расстояние в лабораторию, то барометрическую трубку снова затыкают стеклянной палочкой, соблюдая при этом предосторожности, о которых я только что говорил.

Колбу помещают в баню с хлористым кальцием. Баню нагревают. Давление в колбе начинает увеличиваться; после этого стеклянную пробку, закрывающую барометрическую трубку, удаляют, не вынимая конец из ртути. Предварительно конец барометрической трубки укладывают в канавку фарфорового кювета с ртутью таким образом, чтобы над ее концом легко можно было поместить перевернутую мензурку, наполненную ртутью. После того как весь газ был собран, в мензурке накапливается немного жидкости. Когда дело идет о вине, то, прежде чем добавить едкий калий, мы можем для удаления жидкости, не совершая при этом значительной ошибки, перевести газ в градуированную пробирку. Эта, еще горячая жидкость, содержит очень мало растворенных газов.

В тех случаях, когда хотят взять вино из бочки в погребе, то в отверстие бочки вставляют пробку со стеклянной трубкой, на которую надета каучуковая трубка, соединяющаяся с небольшим отрезком стеклянной трубки, соединенным в свою очередь с короткой каучуковой трубкой, как это указано на рис. 57; для того чтобы ввести вино в колбу, поступают вышеуказанным образом.

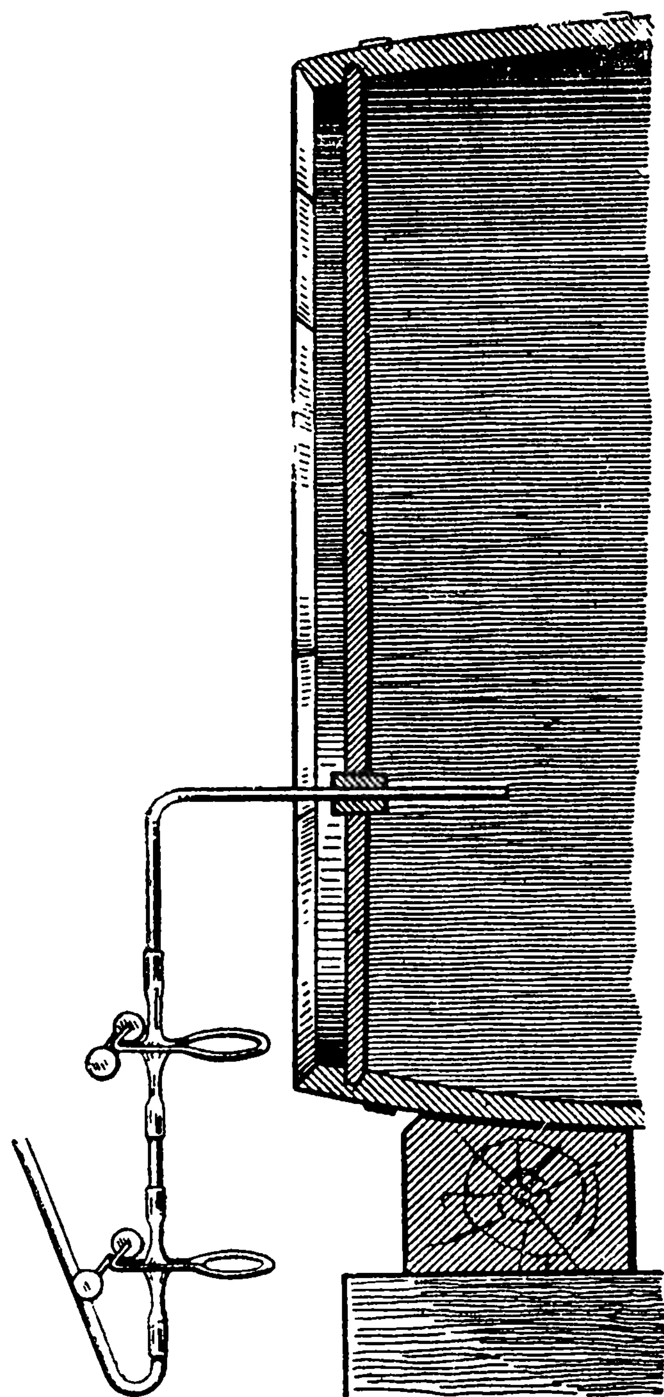


Рис. 57

Описанный мною метод собирания газов, растворенных в вине или вообще в жидкостях, довольно удобен. Колба и ее трубка вовсе не так хрупки, как это можно было бы предполагать. Что же касается удаления из колбы жидкости и небольшого количества ртути, которую жидкость увлекает вместе с собою внутрь колбы, то это не представляет ни малейшего затруднения. Когда весь газ был собран, а колба и содержащаяся в ней жидкость остались еще очень горячими, колбу вынимают из бани с хлористым кальцием и переворачивают, как это изображено на рис. 58. Затем колбу нагревают на спиртовке. Жидкость начинает кипеть. Под давлением образующегося пара, который благодаря новому положению колбы не находит себе выхода, жидкость и ртуть вытекут из колбы, если мы, как только начнется кипение, немного приподнимем колбу, чтобы ртуть попала в трубку. Жидкость собирают в фарфоровую чашку, затем определяют ее объем, учитывая при этом жидкость, попавшую в мензурку с газом. При этом наблюдается небольшая потеря жидкости, вызванная тем, что собирают кипящую жидкость, часть которой испаряется. После того, как жидкость была полностью удалена, в колбу наливают воду. Колбу моют и нагревают для того, чтобы с помощью пере-

гретых паров удалить грязную воду. Наконец, колбу снова наполняют водой для нового определения, которое начинается немедленно; эта операция происходит очень быстро, так как баня с хлористым кальцием остается все время очень горячей.

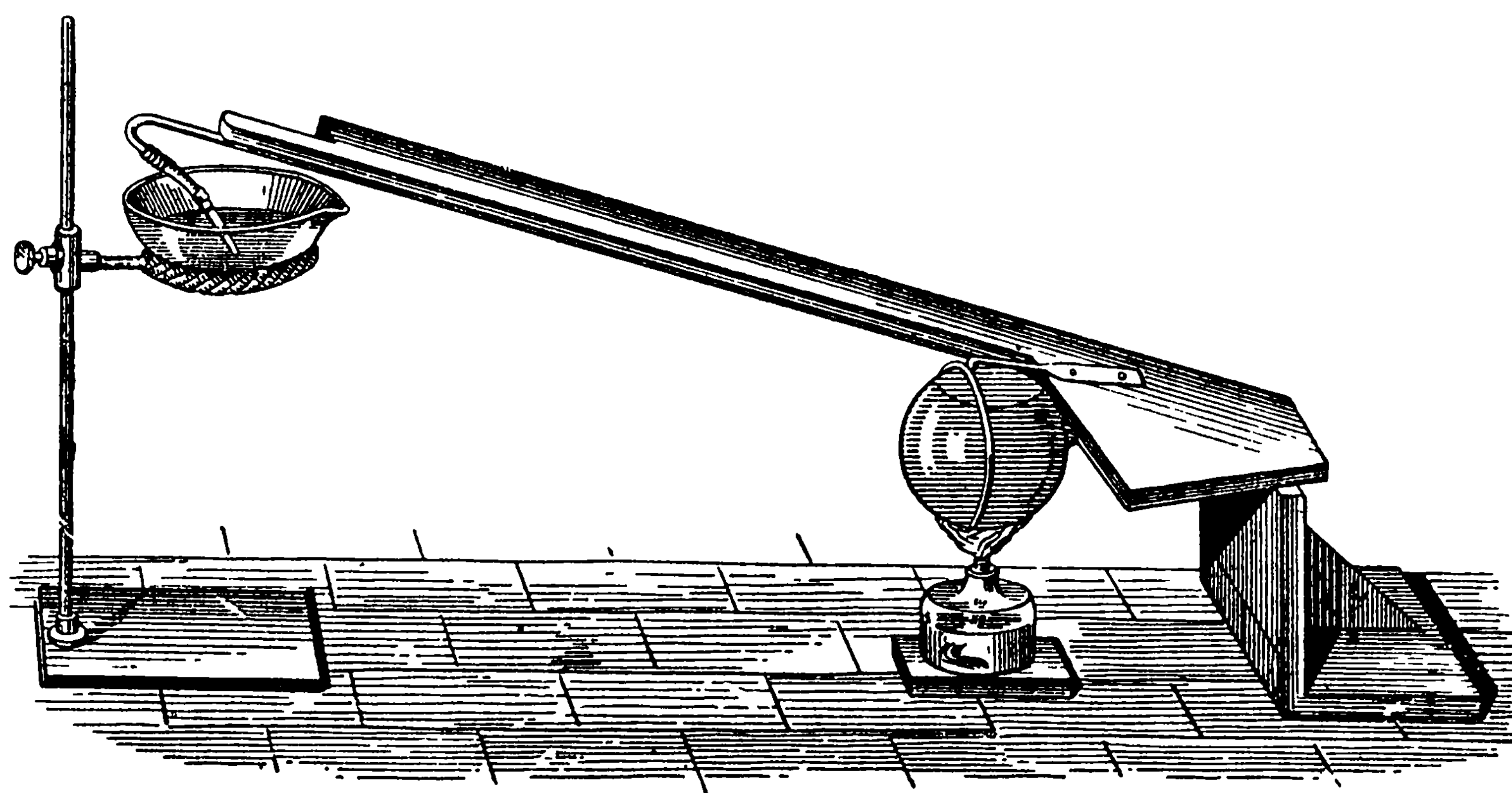


Рис. 58

Все эти манипуляции настолько просты, что я мог их производить за 100 лье (400 км) от Парижа, вне стен лаборатории, на первом этаже, чуть ли не под открытым небом, отбирая пробы вина в различных погребах города. Все оборудование этой походной лаборатории состояло из маленького бачка с ртутью объемом в 1 л, нескольких подставок и градуированных пипеток. Однако я не должен забывать о помощи нескольких молодых, талантливых и полных энтузиазма преподавателей Эколь Нормаль, которые поехали со мной лишь из любви к науке [28].

---

[28] Это были г.г. Жернез, Лешартье, Ролен и Дюкло. Пользуюсь случаем выразить им публично мою благодарность и принять уверения в моей признательности.

ГАЗЫ, СОДЕРЖАЩИЕСЯ В СУСЛЕ

I. 7 октября 1864 г. на винограднике был собран белый виноград (сорта *Мелон*). Кисти раздавили руками в ведре; затем, отжав сок через тряпку, немедленно приступили к анализу.

При работе с соком колбу следует наполнять лишь наполовину для того, чтобы при последующем кипячении жидкости не образовывалась пена, которая затрудняет работу и может попасть в мензурку, предназначенную для сбора газов.

Общий объем сока определялся в конце опыта.

Общий объем сока	415 $см^3$
Общий объем газа	33 $см^3$
В пробирке обнаружено	5 $см^3$ конденсационной воды

В 33 $см^3$ газа содержалось 4,6 $см^3$ азота, оставшаяся часть состояла из углекислоты без малейшей примеси кислорода. Предположим, что в 5 $см^3$ охлажденной конденсационной воды растворяется равный объем углекислоты. Следовательно, в литре сока содержалось:

Азота	11,0
Углекислоты	80,5
Кислорода	0,0

II. Тот же сорт винограда. Ягоды отделили от гребней, затем раздавили руками и немедленно приступили к анализу. Кисти винограда были собраны за сутки до начала опытов.

Общее количество сока	375 $см^3$
Общий объем газа	36 $см^3$
Обнаружено	4 $см^3$ конденсационной воды

Литр сока содержал:

Азота	12,1
Углекислоты	94,6
Кислорода	0,0

III. Сок того же самого сорта винограда, хранившийся в течение 48 часов на воздухе в широком кристаллизаторе при температуре 9°.

В одном литре сока обнаружено:

Азота	12,2
Углекислоты	91,2
Кислорода	0,0

IV. Сок винограда сорта *Плуссар,* хранившийся в течение 48 часов на воздухе в таких же условиях.

В 1 л содержалось 15,0 см³ азота. Не обнаружено ни малейших следов кислорода. Углекислота не определялась.

Мне представилась возможность исследовать сок, находившийся в течение 7 дней в большом открытом чане. Благодаря низкой температуре воздуха сок еще не начал бродить. В нем совершенно не содержалось свободного растворенного кислорода. Без сомнения, кислород растворяется в соке, но по мере своего растворения он связывается с окисляющимися веществами. Можно думать, что сок насыщен азотом, потому что после хранения в течение 48 часов на воздухе в нем азота не больше, чем в свежеприготовленном соке.

Исчезновение газообразного кислорода происходит не так быстро, и мы можем получить сок, в котором содержится растворенный кислород. Но для этого необходимо, чтобы сок перед определением был перемешан с воздухом.

5 л сока, содержащегося в большой бутыли объемом в 10 л, перемешивали с 5 л воздуха в течение получаса. В 50 см³ газа, полученного из сока через четверть часа после перемешивания, содержалось 13 см³ газа, не адсорбировавшегося едким калием, количество кислорода в нем составляло 20%. Аналогичный опыт, повторенный с тем же соком, но через час после перемешивания его с воздухом, позволил обнаружить в газе, лишенном углекислоты, лишь 6% кислорода.

Наконец, оставив сок в хорошо закупоренной бутылке в соприкосновении с равным объемом воздуха (при температуре 10° для того, чтобы задержать брожение), мы обнаружили, что воздух в бутылке содержал приблизительно 3% углекислого газа и лишь 14% кислорода. Дважды сок перемешивался с воздухом в течение получаса. Следовательно, литр сока абсорбировал приблизительно 70 см³ кислорода. Этот опыт был поставлен в 1863 г. Я сделал попытку повторить его в 1864 г. и обнаружил значительно более слабую абсорбцию

кислорода, чем раньше. Я не смог объяснить себе причину этих различий. Я думаю, что температура и первые еще незаметные следы брожения оказывают большое влияние на абсорбцию кислорода.

1 октября 1864 г. я выжал сок из винограда сорта *Плуссар*. Были взяты кисти двух типов: первые хорошо вызревшие, вторые — красного цвета, напоминающего цвет осадка вина, лишь начали чернеть. Эти соки я разлил по пробиркам объемом в 50 см^3, наполняя пробирки лишь наполовину.

3 октября, иначе говоря, через 48 часов, я произвел анализ воздуха в пробирках. Трубки были запаяны в пламени горелки и хранились в холодном погребе для того, чтобы задержать начало брожения.

Сок зрелого винограда:

Общее количество газа	17,3
После воздействия едким калием	16,8
После воздействия пирогалловой кислотой	13,6

Эти результаты соответствуют содержанию в оставшемся воздухе 2,9% углекислоты и 19,0% кислорода.

Сок незрелого винограда:

Общее количество	18,8
После воздействия едким калием	18,3
После воздействия пирогалловой кислотой	14,9

Эти результаты соответствуют содержанию в оставшемся воздухе 2,7% углекислоты и 18,6% кислорода.

Следовательно, сок зрелого винограда окисляется медленнее, чем сок незрелого винограда. Я отмечу, что эти результаты подтвердились в двух других сериях опытов.

Связывание кислорода воздуха с соком приводит к изменению окраски последнего. Почти бесцветный первое время после его получения сок белого винограда становится желто-коричневым, проходя через все промежуточные оттенки. В соке красного винограда также содержатся бесцветные вещества, принимающие коричневатый оттенок при соприкосновении с воздухом. Наконец, слабый и несколько резкий запах свежего сока становится понемногу, к моменту начала брожения, если сок не профильтрован, более мягким и прият-

ным. По-видимому, появление этого запаха обусловливается медленной аэрацией сока, так как это наблюдается главным образом лишь после того, как значительная поверхность сока находилась в контакте с воздухом *.

В соке винограда содержатся окисляющиеся вещества, брожение же в силу своего общего характера приводит скорее к увеличению количества этих веществ, чем к их разрушению. Поэтому можно предположить, что вино будет жадно поглощать кислород. Совершенно очевидно, что в вине должны содержаться окисляющиеся вещества различной природы, так как в соке имеется, вероятно, несколько различных веществ, окрашивающихся при окислении, а также и других, которые абсорбируют кислород. В свою очередь, в результате брожения в сусле растворяются красящие или могущие быть окрашенными вещества из кожицы ягод, которые также очень жадно поглощают кислород.

В заключение можно сказать, что вино — это жидкость, которую не выставляют на воздух или выставляют возможно реже на очень короткий срок. Вначале оно насыщено углекислотой и в нем не содержится даже следов какого-либо другого газа, что обусловливается самой природой брожения [29]. Кроме того, в вине содержится множество очень легко окисляющихся веществ. Поэтому все обстоятельства, которые способствуют предохранению вина от контакта с кислородом, иначе говоря, от контакта с атмосферным воздухом или которые, наоборот, приводят его в соприкосновение с этим газом, заслуживают самого серьезного внимания.

Для того чтобы непосредственным экспериментальным путем убедиться в том, что молодое вино не содержит даже следов ни

[29] В моем «Mémoire sur la fermentation alcoolique» **, опубликованном в «Annales de chimie et de physique» за 1860 г., я указывал на наличие очень небольших количеств азота, смешанного с углекислым газом в промышленных брожениях пшеницы и свеклы на спиртовых заводах. Но полное отсутствие азота в бродящем виноградном сусле заставляет меня опасаться, что азот, который я обнаружил ранее, выделялся из концентрированного раствора едкого калия, которым я пользовался для абсорбции углекислого газа. Хотя я принимал, как мне казалось, все необходимые предосторожности для избежания этой ошибки, однако избежать ее полностью очень трудно.

кислорода, ни азота и что оно насыщено углекислым газом, я перенес барометрический аппарат, изображенный на рис. 55, в один из подвалов и, поступая, как это было указано на странице 412, налил вино из бочки в колбу.

Полученный газ полностью абсорбировался едким калием. В нем не содержалось ни следов азота, ни следов кислорода.

Один из опытов, поставленный 19 ноября 1863 г. в одном из погребов Арбуа, с вином, приготовленным в октябре этого года, позволил получить из литра вина при температуре 7° 1,481 литра очень чистого углекислого газа.

На следующий день в том же погребе аналогичным образом я взял 250 см^3 двухлетнего вина сбора 1861 г. При температуре 12° в нем содержалось лишь 200 см^3 углекислого газа и 16 см^3 азота, но, как и ранее, следов кислорода не обнаружилось. Это вино переливалось лишь два раза, в марте и в июле 1862 г.

Уже на этом этапе мы можем сделать следующие выводы:

1. Как в молодом, так и в старом вине не содержится даже следов растворенного свободного кислорода.

2. В молодом вине содержится лишь чистый углекислый газ.

3. В старом вине содержится значительно меньше углекислого газа, чем в молодом вине, и довольно большое количество газообразного азота.

Откуда берется азот, содержащийся в растворенном состоянии, в винах, хранившихся в течение некоторого времени? Мы сразу же убедимся, что малейшее перемешивание вина с воздухом, а подобное перемешивание является неизбежным следствием переливания вина, немедленно приводит, независимо от других не менее эффективных причин, к появлению значительного количества азота в вине.

20 ноября 1863 г. я налил 7 л молодого вина, о котором я только что говорил, в котором не содержалось ни азота, ни кислорода, в большую бутыль емкостью в 14 л, и в течение нескольких минут перемешивал вино и воздух, содержащиеся в бутыли. Зачем через полчаса после перемешивания я изучил состав газов, растворенных в вине.

Из 520 см^3 вина было получено 10 см^3 газа, который не абсорбировался едким калием. После воздействия пирогалловой кислотой

в этих 10 см^3 газа было обнаружено 7,5 см^3 азота. Следовательно, литр вина при перемешивании с воздухом абсорбировал 14,5 см^3 азота и 4,7 см^3 кислорода.

Затем я налил 4 л этого аэрированного вина в большую бутыль и хорошо закупорил ее. На следующее утро из 700 см^3 вина получено 10,4 см^3 газа, который не абсорбировался едким калием и не содержал следов кислорода. Следовательно, кислород связался с некоторыми легко окисляющимися веществами, содержащимися в вине, что подтверждает результаты опытов г.г. Буссенго и Бертло.

Но посмотрим теперь, что происходит в условиях обычного переливания вина. Я уже указывал, что в вине 1861 г., как и молодом вине 1863 г., о котором я говорил, кислорода вовсе не содержалось. Я налил из бочки в миску 4 л вина 1861 г. с помощью вставного крана, из которого вино текло сильной струей. Таким образом, вино вытекало очень быстро. Немедленно после этого, спустя лишь период, который был необходим для того, чтобы перенести миску из погреба на первый этаж, я ввел некоторое количество этого вина в барометрический аппарат. Оказалось, что газ, растворенный в вине, после удаления из него углекислоты содержал кислород в объеме 10,4%.

Приведу другие данные, касающиеся влияния переливания на вина.

21 ноября 1864 г. наполнили несколько бочек объемом приблизительно 60 л вином, приготовленным в октябре, и остававшемся еще на мезге. Для этого толстую каучуковую трубку, надетую на вставной кран большой бочки, опускали до дна маленькой бочки. Последняя наполнялась очень быстро. Когда бочонок был наполнен доверху, из него с помощью сифона удалили точно 300 см^3 вина. Эта предосторожность, может быть бесполезная, была рассчитана на то, чтобы бочонок мог без какого-либо ущерба выдерживать повышение температуры на несколько градусов.

Несколько бочек, наполненных таким образом вином, слитым с мезги, были отправлены из Арбуа в Париж и хранились в комнате первого этажа, окна которой выходили на север, причем комната не отапливалась.

27 декабря в одной из бочек исследовался состав газов, содержащихся в вине. Было взято 540 см^3 вина. При 12° и давлении, равном 736 мм, из него было получено 588 см^3 газа, в котором содержалось 3,5 см^3 чистого азота. Таким образом, в условиях этого опыта в литре вина обнаружено 1082 см^3 углекислого газа и 6,5 см^3 азота.

Одновременно это вино было отправлено в Париж в литровых хорошо закупоренных бутылках. В вине одной из этих бутылок, исследованном 27 декабря при 11°, содержалось 1229 см^3 чистого углекислого газа, но следов азота не обнаружено.

27 декабря в бочке, наполненной 21 ноября, не хватало уже не менее 810 см^3 вина, не считая 300 см^3, которые были отлиты 21 ноября. Это была новая дубовая бочка.

С целью изучения влияния переливания, 27 декабря я перелил вино из этой бочки в другую бочку емкостью в 60 л, а затем немедленно вновь перелил вино в первый бочонок. Для переливания я пользовался бронзовым краном, внутренний диаметр которого был равен 1 см.

На следующий день я определил состав газов, растворенных в вине. Из 500 см^3 вина было получено 290 см^3 газа, в котором при температуре 12° и давлении 749 мм содержалось 6,25 см^3 азота. Температура вина была 11°. Ни малейших следов кислорода установить не удалось. Таким образом, в условиях этого опыта в литре вина вместо приблизительно 1082 см^3 обнаружено лишь 467,5 см^3 углекислого газа и 12,5 см^3 азота вместо 6,5 см^3.

Влияние переливания на молодое вино выступает не менее отчетливо и в следующем опыте.

12 мая 1865 г. я изучил состав газов, растворенных в вине, хранившемся в другом 60-литровом бочонке, который, как и предыдущий, был наполнен в Арбуа в тот же день, иначе говоря 21 ноября 1864 г., вином, до этого хранившемся на мезге. Температура вина равнялась 20°. Объем пустого пространства, образовавшегося в бочке, не считая 300 см^3 вина, отлитых немедленно после ее наполнения, равнялся не менее чем 1 л 925 см^3. Из 570 см^3 вина при температуре 19° и давлении, равном 760 мм, было получено 563 см^3 газа, в котором обнаружили лишь 3,3 см^3 азота.

Таким образом, в этом вине сохранилось значительное количество углекислого газа и оно не подвергалось аэрации. Это объясняется, без сомнения, тем, что температура вина постепенно повышалась, начиная с ноября 1864 г. до мая 1865 г. Вино постепенно выделяло углекислый газ через поры дерева. В течение всего этого времени давление внутри бочки превышало атмосферное давление, точно так же и в свободном пространстве бочки, наполненном углекислым газом, давление было выше атмосферного.

Благодаря давлению углекислого газа внутри бочки, воздух не проникал в свободное пространство, по мере того как оно образовывалось в результате испарения вина и увлажнения дерева.

Одно из последствий первых переливаний вина заключается в следующем. Переливания обеспечивают не только контакт вина с воздухом, что сопровождается соответствующим окислением различных веществ, но приводит также к выделению значительного количества углекислого газа. Углекислота, сохраняющаяся в вине, мешает проникновению воздуха через поры дерева, благодаря тому, что давление, которое он вызывает внутри бочки, увеличивается по мере того, как температура вина повышается.

Посмотрим теперь, что происходит, когда вино выставлено на воздух.

30 сентября 1862 г. в кристаллизатор было налито 3 л вина сбора 1862 г., которое было взято из большой бочки. Через 24 часа исследовался состав газов, содержащихся в вине. После поглощения углекислоты в этом газе было обнаружено 25% кислорода. К тому же содержание углекислоты было весьма незначительным. В 1 л вина содержалось приблизительно 21 см^3 углекислого газа, 18 см^3 азота и 6 см^3 кислорода [30].

---

[30] Я уже говорил о выветривании и о последующем восстановлении качества вина, когда его разливают по бутылкам, наполняя последние доверху. Приведенный опыт показывает, что в вине, выставленном на воздух, содержится в растворенном состоянии кислород. Я предполагаю, что две одинаковые по своему составу жидкости, одна из которых содержит в растворенном состоянии свободный кислород, а другая полностью лишена его, должны оказывать весьма различное физиологическое действие на нервы языка и нёба.

Следовательно, кислород и азот воздуха очень хорошо растворяются в вине. Но удивительно, что, как только пленка *mycoderma vini* появляется на поверхности вина, даже в виде отдельных островков, в вине, находящемся в контакте с воздухом, более не удается обнаружить даже следов растворенного кислорода.

30 сентября 1863 г. я оставил в контакте с воздухом несколько литров вина, находящегося в кристаллизаторе, закрытом лишь стеклянной пластинкой. Через 5 дней появились отдельные маленькие, далеко отстоящие один от другого, островки, состоящие из *mycoderma vini* без примеси *mycoderma aceti.* Если бы собрать все кусочки пленки микодермы вместе, то они не покрыли бы даже и десятой части общей поверхности вина. Однако в литре этого вина было обнаружено лишь 0,2 $см^3$ кислорода. Следовательно, как только *mycoderma vini* начинает развиваться, кислород исчезает.

Мне кажется, что эти данные позволяют сделать весьма своеобразный вывод, относительно обычая систематической доливки бочек. Последний преследует цель, заключающуюся в том, чтобы заполнить вином свободное пространство в бочках, образующееся в результате испарения вина. Бочки, наполненные доверху в момент переливания вина, остаются полными в результате доливки их раз в месяц вином. Но я уже указывал, что на некоторых виноградниках бочки хранятся неполными, так как с одной стороны,— в момент переливания вина их не наполняют доверху, а с другой — впоследствии их более не доливают. Можно ли считать, что эти данные доказывают, что доливка бочек позволяет избежать аэрации вина и что, не доливая бочек, мы обеспечиваем хорошую аэрацию вина? Учитывая роль *mycoderma vini,* я склоняюсь к совершенно противоположному выводу. Действительно, если бочки не доливать, то можно быть уверенным, что вино покроется цвелью. Совершенно очевидно, что я говорю в данном случае о цвели, состоящей из *mycoderma vini,* так как я уже указывал, что вино неизбежно портится, когда в нем появляется смесь *mycoderma vini* и *mycoderma aceti* и, в особенности, когда пленка состоит лишь из одной *mycoderma aceti.* В недолитых бочках вино покрывается пленкой *mycoderma vini,* и на основании данных, которые я только что привел, следует сделать вывод, что кислород, проникающий в

бочку по мере того, как свободное пространство в бочке в результате испарения вина увеличивается, поглощается этими растительными организмами. Кислород не растворяется в вине и так как он проникает в бочку очень медленно, то нет никаких сомнений в том, что он используется в основном лишь для жизнедеятельности микодермы, которая не может существовать без кислорода. При доливке бочек мы наблюдаем совершенно иные явления. Весь кислород, проникающий в бочку, может растворяться в вине и связываться с легкоокисляющимися веществами. Следовательно, обычай доливать бочки, более чем способ хранения вина в неполных бочках, благоприятствует медленному проникновению кислорода в вино.

Подводя краткие итоги основных результатов, изложенных в этой главе, мы можем сказать, что виноградный сок и вино обладают весьма замечательными свойствами по отношению к кислороду. В них никогда не содержится свободного кислорода, потому что они очень легко окисляются и вследствие этого всегда способны поглотить из воздуха некоторое количество этого газа. Невозможно выставить сусло или вино на воздух без того, чтобы в них не растворился кислород, который затем быстро исчезнет. Таким образом, поглощение кислорода и окисление могут возобновляться бесконечное количество раз. Так как окисление вина оказывает очень значительное влияние на его качество и заслуживает поэтому серьезного внимания, мы должны сделать вывод, что не следует пренебрегать никакими обстоятельствами, сколь мимолетными они нам ни казались бы, которые позволяют вину абсорбировать известное количество кислорода.

Действительно, мы увидим вскоре, какую важную роль играет окисление вина. Поэтому необходимо установить, какое количество кислорода попадает в вино при различных способах его приготовления.

Нет такого способа, при применении которого вино или виноградный сок не подвергались бы большей или меньшей аэрации. Но из всех обычаев обычай хранения вина в дубовых бочках представляет в этом отношении наибольший интерес. Вино испаряется через стенки деревянной бочки. Интенсивность испарения колеблется в зависимости от толщины клепки, от состояния бочки, от сорта вина, и

наконец, от условий, существующих в погребе: его расположения, температуры и направления воздушных потоков. Свободное пространство, образующееся внутри бочки в результате испарения вина на поверхности клепки, неизбежно наполняется воздухом. Кислород, содержащийся в воздухе, проникшем в бочку, исчезает при соприкосновении с вином. Следовательно, определяя свободное пространство в бочке, мы можем составить себе приблизительное представление о количестве кислорода, абсорбированного вином, находящимся даже в очень хорошо закупоренной бочке, не учитывая при этом контакт вина с воздухом во время переливаний. Возьмем для примера хорошие бургундские вина.

Известно, что в Бургундии, после того как брожение в чанах закончилось, к вину добавляют вино из сока, полученного при прессовании ягод винограда, а затем его сливают в большие бочки, в которых брожение продолжается. Эти бочки, вместимостью обычно 228 л, всегда делают из новой клепки. В первый год вино переливают три раза: в марте, мае и сентябре, а в последующие годы два раза: в июне и в октябре. В среднем вино остается в бочках в течение четырех лет. Длительность хранения вина в бочках очень различна в зависимости от года, от сорта, а также от вместимости бочек, в которых хранится вино. Вино сорта Кло-Вужо остается в бочках не менее шести лет. Шамбертен, Романе, Вольне, Помар разливают по бутылкам через три или четыре года.

Свободное пространство, образующееся за 25 дней в бочках емкостью 228 л, в погребах Бургундии обычно достигает $^3/_4$ л. Я говорю здесь о вине, хранившемся уже год. В течение первого года испарение вина происходит быстрее, потому что бочки сделаны из новой клепки, а поры дерева вначале хорошо пропускают жидкость и это приводит к более интенсивному испарению. Поэтому через два года свободное пространство, образующееся в бочке за 25 дней, достигает лишь $^1/_2$ л вместо $^3/_4$ л. Таким образом, в бочке емкостью в 228 л за год образуется свободное пространство, объем которого равняется приблизительно 10,5 л [31]. Если срок хранения вина равен 3 годам, то это соответствует

[31] Сведения относительно образования свободного пространства в бочках емкостью 228 л были получены мною в Бургундии от главного бочара вино-

не менее 35,5 л воздуха, проникшего в бочку, и составляет более 30 см³ кислорода на литр вина за 3 года. К этому следует добавить кислород, попавший в вино во время переливания, хотя в Бургундии делается все возможное для того, чтобы избежать попадания воздуха в вино во время его переливания.

Следовательно, вино постоянно подвергается медленному воздействию кислорода. До сих пор на это не обращали достаточного внимания. Мне кажется, что данные, которые я изложу вскоре, не позволяют сомневаться в том, что старение вина происходит под влиянием медленного окисления, которое разрушает терпкие вещества, содержащиеся в вине, и которое в основном и вызывает появление осадка

градников Кло-Вужо. Нижеследующие определения проводились в моем присутствии и по моей просьбе г-ном Е. Вильямом, владельцем виноградников в Арбуа.

Две бочки белого вина 1857 г., объемом в 150 л каждая, были долиты в конце июля 1862 г., как это отмечено на этикетках, прикрепленных к бочкам.

26 ноября 1863 г., иначе говоря, через 16 месяцев хранения в очень хорошем, глубоком подвале с каменными сводами, в результате испарения в каждой бочке образовалось свободное пространство, объем которого равнялся точно 7 л. 7 л за 16 месяцев для бочки в 150 л составляет 5 л 250 см³ за 12 месяцев.

Три другие бочки, вместимостью в 150 л, содержащие то же самое белое вино, были долиты 23 ноября 1861 г. 26 ноября 1863 г. объем свободного пространства в каждой бочке, измеренный по моей просьбе, равнялся 9 л. В год это составляет 4,5 л.

Бочка красного вина вместимостью 500 л была долита в июле 1863 г. Объем свободного пространства в ней 26 ноября 1863 г. равнялся 5 л; для бочки в 500 л это соответствует лишь 12 л в год. Бочка находилась в глубоком подвале с выходом на север.

Наконец от г.г. Галлье и Шаррьера из Арбуа я узнал, что за 5 лет в бочке с желтым вином, емкостью 18 гл, усушка вина достигала 130—150 л.

Образование свободного пространства в бочках вследствие испарения происходит тем медленнее, чем больше объем бочки и чем толще клепка, из которой сделана бочка. Не меньшее влияние оказывают и условия, существующие в подвале, например, в Юрской области винные подвалы делают более глубокими, чем в Бургундии. Таким образом, на основании того, что было сказано выше, мы видим, что испарение вина в бочках при прочих равных условиях происходит быстрее в Бургундии, чем в Юрской области.

в бочках и бутылках. Хорошо известный факт выветривания вина, образование уксусной кислоты в вине, находящемся в контакте с воздухом, образование пленок на поверхности вина в неполных бочках и послужили основанием считать, что воздух является врагом вина, и помешали выявить его благотворное влияние. Что касается меня, то я считаю, что наиболее полезное и новое в моей работе заключается в выявлении вредного влияния низших растений на вино и благоприятного воздействия кислорода воздуха, когда последний используется с осторожностью.

Вначале я покажу, что вино не стареет, когда его хранят вне контакта с воздухом. Выше я указывал, что в ноябре 1864 г. я отобрал восемь сортов вин Арбуа различного качества, находившихся еще на мезге. Вина были отлиты таким образом, чтобы избежать малейшего контакта вина с атмосферным воздухом. Вином каждого сорта было наполнено 10 литровых бутылок. В настоящее время * у меня еще есть несколько бутылок вина каждого из этих сортов. Бутылки сохранились в том виде, в каком я их получил в 1864 г. Эти вина и в настоящее время, иначе говоря, более чем через год, имеют *такой же цвет, такой же терпкий и резкий вкус и довольно ясно выраженные запах и привкус дрожжей, как и молодое вино в момент его приготовления.* Таким образом, мне кажется, что качество их ничуть не улучшилось. Бутылки с вином хранились в погребе, температура в котором зимой колебалась от 5 до 6° и летом от 16 до 17°.

Я хотел узнать, что произойдет с этими винами, если их подвергнуть воздействию солнечного тепла. По моим представлениям, экспозиция их на солнце должна была привести к более быстрому старению. Я наполнил этими винами пробирки из белого стекла емкостью приблизительно в 100 см^3, оставив свободным лишь пространство, необходимое для того, чтобы вино не разорвало пробирку в результате расширения, когда она будет выставлена на солнце. Затем немедленно после наполнения пробирок я запаял их в пламени горелки. Контакт вина с воздухом во время переливания не мог оказать существенного влияния, так как вино, перенасыщенное углекислотой, покрыто слоем этого газа при наполнении стеклянных пробирок. Пробирки были приготовлены 30 мая 1865 г. и затем выставлены на солнечный

свет на столе перед окном, выходящим на юг. Известно, какая жара стояла в июне и в июле 1865 г. 18 июля я исследовал содержимое этих пробирок и сравнил вкус вина в пробирках со вкусом вина, хранившегося в погребе, которое и в настоящее время, иначе говоря, в январе 1866 г., осталось по своим свойствам молодым вином, таким же, каким оно было после первоначального сбраживания виноградного сока. Однако установить какую-либо разницу между вином, хранившемся в погребе, и вином, выставленном в течение 6 недель на солнце, было трудно. Вина имели одинаковый цвет и одинаковый вкус. Удивительно то, что в вине, выставленном на солнце, не образовалось ни малейшего осадка и что вкус его остался таким же терпким и резким, как и вкус молодого вина. Несомненно, на основании того, что мы знаем о реакциях, происходящих между кислотами и спиртом, реакциях, изучаемых в течение последних лет с такой последовательностью гг. Бертло и Пеан де Сен-Жилем *, в вине, хранившемся в погребе, и в особенности в вине, выставленном на солнце, должно было бы образоваться немного новых эфирных соединений, количество которых со временем могло бы увеличиваться. Однако вышеприведенные данные показывают, что в момент исследования вина установить наличие каких-либо реакций между его компонентами, реакций, которым ранее приписывали все изменения, происходящие при старении вина, было невозможно; тогда как те же самые вина, получавшие обычный уход в погребах с низкой температурой, изменили свой цвет. В них образовалось значительное количество осадка, и они уже частично приобрели свойства старых вин. Наоборот, вино в пробирках осталось на той же стадии, на которой оно находилось в момент его сливания с мезги после исходной нормальной обработки и первоначального брожения. Вина, хранившиеся в пробирках или бутылках, отличались от тех же вин, оставшихся в погребе продавца и получавших обычный уход лишь в одном отношении: в последнем случае вина находились в контакте с воздухом, тогда как в первом этого контакта избегали с возможно большей тщательностью. Неизбежным выводом из этих сравнений является вывод, что изменения, соответствующие тому, что обычно подразумевается под выражением *созревание вина,* должны быть обусловлены главным образом абсорбцией кислорода

воздуха и выделением основной массы углекислого газа, которым вино перенасыщено в момент первого переливания.

Обычай, заключающийся в использовании деревянных бочек и приводящий, как я только что указал, к медленной, но заметной аэрации вина, в значительно большей степени объясняется тем, что он обеспечивает условия, необходимые для формирования и созревания вина, чем удобствами, которые представляют подобные емкости для хранения вина.

Непроницаемые стеклянные или терракотовые сосуды невозможно использовать. Вино, содержащееся в них, не могло бы созреть если бы мы не прибегали к очень частым переливаниям его [32].

Вот почему такое значение имеет выбор бочки, ее емкость, толщина клепки, количество осевшего в ней винного камня, ее положение в подвале, действие на нее тока воздуха и ее температура. В подвалах Кло-Вужо я видел бочки, которые, как мне сказали, для лучшей сохранности дерева и железных обручей были окрашены с внешней стороны. Но необходимо указать, что в результате окраски бочки вино будет сохранять более длительное время вкус молодого вина. Я совершенно уверен, например, что при всех прочих равных условиях вино, хранящееся в таких бочках, должно разливаться по бутылкам на год или, может быть, на два, позднее, чем то же вино, хранившееся в неокрашенных бочках. Мне говорили, что на юге предпочитают покупать невыдержанные вина, сохранившие вкус еще очень молодого вина. Чтобы удовлетворить эти запросы, необходимо переливать вино возможно реже, избегая при этом контакта с воздухом, а также хранить его в больших бочках. К тому же изобилие вина в этом районе Франции как раз и заставляет прибегать к подобным мерам. Наоборот, в Бургундии и других местностях, когда хотят, чтобы вино созревало возможно быстрее, его необходимо разливать по маленьким

---

[32] Обычай применения бочек в виноделии очень древний. В книге Плиния можно прочесть («Естественная история». Собрание Низар, т. I, кн. 14): «Способы хранения вина очень различны: вблизи Альп его хранят в деревянных бочках, скрепленных обручами..., в более холодных районах вино хранят в глиняных сосудах, которые, в зависимости от температуры местности, частично или полностью зарывают в землю».

бочкам. Мне кажется, что эти выводы из теоретических предпосылок, только что изложенные мною, находятся в полном соответствии с мнениями наиболее просвещенных виноделов.

В искусстве виноделия укоренился еще и другой обычай, находящийся также в непосредственной зависимости от влияния кислорода воздуха на вино. Я подразумеваю в данном случае разлив вина по бутылкам. Для того чтобы вино созревало, его необходимо медленно аэрировать. Однако необходимо избегать чрезмерного окисления вина в результате аэрации. Излишнее окисление приведет к чересчур сильному ослаблению вина, к его истощению и к почти полному исчезновению окраски у красных вин. Поэтому наступает момент, когда вино необходимо перелить из сосуда, пропускающего воздух, в сосуд, почти полностью непроницаемый для воздуха. Момент этого переливания зависит от сорта вина, а для определенного сорта от года.

Но выводы, к которым я пришел, необходимо было подтвердить возможно более точными наблюдениями. Я попытался это сделать, подвергая вина, о которых я говорил, непосредственному воздействию воздуха и изучая результаты этого воздействия. Помимо пробирок, наполненных вином и запаянных в пламени горелки, я взял пробирки такой же емкости, но наполнил их вином лишь наполовину, а затем запаял их, как и предыдущие. Часть этих пробирок хранилась в погребе в темноте, часть была выставлена на солнце. Через некоторое время оказалось, что влияние воздуха, в особенности по своей интенсивности, было очень различным, в зависимости от того, ставился ли опыт на рассеянном или солнечном свету или же в темноте.

Для получения одинаковых результатов требуется гораздо больше времени в темноте, чем на свету. Кроме того, результаты, полученные в этих различных условиях, в особенности в начале опыта, нередко отличаются между собой в качественном отношении. Но во всяком случае воздух оказывает очень сильное действие, которое начинает проявляться с первых же дней опыта, и со временем все больше усиливается. Я предполагаю, конечно, что в этих опытах вино подвергается лишь воздействию воздуха, и поэтому пробирки, в которых

развились микодермы или другие паразиты, не были использованы для проведения сравнительных оценок. В этом заключается трудность подобных опытов, так как хорошо известно, что вино быстро портится при хранении его в неполных сосудах. Подобные затруднения могут не возникать с пробирками, выставленными на солнце; причины этого явления я укажу впоследствии. К тому же эти опыты можно ставить с вином, которое для лучшей сохранности подверглось специальной обработке, описанной мною в третьей части этой работы.

Рис. 59 и 60 дают известное представление о полученных результатах. В пробирках, наполненных вином, цвет как красного, так и белого вина почти не изменился [33], и, как я только что указывал, во вкусе вина существенных изменений также не произошло. Вино сохранило вкус молодого вина и не приобрело какого-либо букета. Наоборот, в вине, подвергнувшемся воздействию воздуха, образовался значительный осадок. Цвет белого вина стал темнее. Красное вино посветлело и приобрело в конце концов очень слабую коричнево-красную окраску. Наконец, вино потеряло свойственный ему вкус, оно слишком состарилось и приобрело, если опыт был поставлен с красным вином, вкус ранчио или же, если опыт проводился с белым вином, вкус мадеры.

В начале опыта вино как бы выветривается и приобретает очень неприятный вкус. Бургундские вина начинают горчить, теряют свой букет и свой *черноватый* оттенок. Но подобные изменения носят кратковременный характер, и для того, чтобы дать верную оценку влиянию воздуха, необходимо в дальнейшем хранить эти вина в течение одного или двух месяцев в закрытых и наполненных доверху сосудах, потому что за это время происходят значительные изменения, приводящие обычно к улучшению качества вина. Было бы большой ошибкой думать, что действие кислорода выявляется немедленно.

[33] Наметанный глаз может отметить небольшую разницу в оттенках вин в наполненных доверху пробирках, хранившихся в темноте или на солнце. Я попытался это изобразить на рис. 61. Мы видим, что вино в пробирке, находившейся все время на свету и на солнце, имеет несколько менее розовый и скорее более желто-коричневый оттенок, чем вино, хранившееся в полной темноте; но разница эта очень незначительна.



Рис 59. Действие кислорода воздуха на красные вина.



Рис. 60. Действие кислорода воздуха на белые вина



Рис. 61 Красное вино, хранившееся в темноте в наполненной доверху пробирке (слева)
Красное вино, хранившееся на солнце в наполненной доверху пробирке (справа)



Рис. 62. Красное вино, подвергнувшееся действию воздуха в темноте (слева)
Красное вино (то же), подвергнувшееся действию воздуха на солнце (справа)

Первое воздействие кислорода не оказывает длительного влияния, и если вино предохранялось от нового окисления, то через некоторое время результаты первого воздействия кислорода более не обнаруживаются. Без сомнения, это и объясняет нам, почему вино, разлитое по бутылкам, необходимо хранить в течение некоторого времени, прежде чем можно будет судить о его качестве. Возьмем так называемое выветрившееся вино, абсорбировавшее кислород и еще содержащее его в растворенном состоянии. После того как свободный кислород, содержащийся в вине, необратимо связался химически с составными частями последнего и после того как в вине образовался осадок, вызванный окислением, оно в значительной степени теряет свойства выветрившегося вина.

Поэтому, когда я утверждаю, что красные или белые вина, выставленные даже на солнце в закрытых и наполненных доверху сосудах, не образуют осадка и цвет их не подвергается значительному изменению, то я подразумеваю или вина, которые были совершенно лишены воздуха, как, например, молодые вина, или же вина, которые хранились в течение довольно длительного времени вне контакта с воздухом. Если мы нальем только что выветрившееся вино в закрытый и наполненный доверху сосуд, то в вине образуется осадок, и цвет его меняется; но это произойдет под влиянием кислорода воздуха, который был абсорбирован ранее и влияние которого на вино еще полностью не проявилось. Например, осадки в винах, разлитых по бутылкам, не всегда образуются под влиянием кислорода, который проник через пробку, но чаще под воздействием кислорода, который вино абсорбировало еще находясь в бочках или в момент разлива по бутылкам. Мне кажется, что, на основании приведенных мною данных об отсутствии осадка в молодом вине, которое было налито в сосуды совершенно прозрачным и плотно закупорено до того, как оно могло абсорбировать воздух, и принимая во внимание также неизбежное образование осадка в вине после абсорбции им воздуха, я имею право сделать следующие бесспорные выводы.

1. Осадок в здоровом вине образуется исключительно под воздействием кислорода воздуха.

Я вернусь еще к вопросу об образовании осадка винного камня.

2. Вино никогда не изменило бы своего цвета, если бы оно не подвергалось воздействию кислорода.

Наконец, я прихожу к выводу, что значительные изменения вкуса и качества вина после абсорбции им кислорода воздуха и последующее образование осадка, иначе говоря, изменения, подобные тем, которые наблюдаются и при длительном, многолетнем созревании вина в обычных условиях, а при непосредственном окислении происходящие за несколько недель, другими словами созревание вина и появление в нем желательного *букета*, происходит также почти под исключительным воздействием кислорода воздуха.

В винах имеется природный и вновь образовавшийся букеты. Букет хороших бургундских вин, без сомнения, существует уже в самом винограде сорта *Пино*. Он переходит непосредственно в вино, и, по всей вероятности, не изменяется под влиянием брожения. Но существуют букеты, возникающие в процессе приготовления вина. Таков, например, букет вина, известного в Юрской области под названием *вино Шато-Шалон;* таков букет вин, которые используются в Сетте для приготовления так называемых *имитационных вин*. Букет вин Шато-Шалон является, без сомнения, следствием окисления, которое обусловливается особенностями способа приготовления этих вин. Мне удалось за несколько недель добиться появления в белом вине, которое служит для приготовлениея вина Шато-Шалон, букета, характерного для этого последнего сорта.

Выдержка вина в течение нескольких недель на воздухе и на свету соответствует результатам десяти- или двадцатилетнего хранения его в бочках. В данный момент я не затрагиваю вопроса о том, что вина, созревшие и приобретшие с такой быстротой специальный аромат, не обладают в точности теми качествами, которые требуют дегустаторы для лучших вин этого сорта после двадцати- или тридцатилетнего хранения в бочках. Здесь дело идет не об оттенках вкуса, но вообще об образовании осадка, изменении цвета, появлении особого букета, иначе говоря, о сумме свойств, позволяющей говорить, что вино совершенно очистилось, не может больше портиться и образовывать осадка и что оно действительно созрело. Я повторяю, что все эти столь глубокие изменения, требующие в Юрской области 10 или

20 лет и 2—3 лет в Сетте, можно вызвать за несколько недель, подвергая вино непосредственному воздействию кислорода воздуха.

Таким образом, мне кажется, что созревание вина заключается в основном в связывании кислорода вином.

Я уже указывал, что существует большая разница в интенсивности действия кислорода воздуха в зависимости от того, находится ли вино на свету или в темноте. Это очень ясно выступает уже при сравнении внешнего видна пробирок, с которыми были поставлены эти опыты. Так на рис. 62 изображено одно и то же вино (то же вино, что и на рис. 61), подвергавшееся воздействию воздуха, причем одна из пробирок хранилась в темноте, другая на свету и на солнце. Объем воздуха равнялся объему вина.

Анализ воздуха в пробирках показывает это с еще большей очевидностью. 29 марта 1865 г. я выставил на солнце несколько пробирок из белого стекла, наполовину наполненных бургундскими винами (*Пино*) 1858 и 1864 гг. Остальные пробирки хранились в затемненном месте. 25 апреля, приблизительно через месяц после начала опыта, я произвел анализ газа, содержащегося в этих пробирках.

Вино 1958 г., хранившееся в слегка затемненном месте, куда проникал лишь рассеянный свет: 10,4% углекислоты, а в воздухе, оставшемся после абсорбции углекислого газа, обнаружено 17,9% кислорода.

Вино 1858 г.— То же вино, выставленное на солнце; 10,4% углекислого газа, а в воздухе, оставшемся после абсорбции углекислоты, обнаружено 12,7% кислорода.

Вино 1858 г., хранившееся в слегка затемненном месте, куда проникал лишь рассеянный свет: 10,9% углекислоты, а в воздухе, оставшемся после абсорбции этого газа, содержится 17,6% кислорода.

Вино 1864 г.— То же вино, выставленное на солнце: 15% углекислоты, а в воздухе, оставшемся после абсорбции этого газа, обнаружено 12,4% кислорода.

Нижеследующие результаты показывают с еще большей очевидностью разницу между явлениями, происходящими на свету и в темноте, и в особенности медленность абсорбции кислорода в полной темноте.

1 июня 1865 г. я наполнил наполовину пробирки из белого стекла вином № 3 с виноградников Арбуа, о котором в первый раз упоминалось на странице 353. Некоторые из этих пробирок хранились в полной темноте, другие на ярком свету и подвергались воздействию солнечных лучей всякий раз, когда появлялось солнце. Эти пробирки изображены на рис. 62.

9 января 1866 г. я произвел анализ газа, содержащегося в пробирках.

Вино № 3, выставленное на солнце: 49,1% углекислого газа. В газе, оставшемся после абсорбции углекислоты, был обнаружен лишь чистый азот без примесей кислорода.

Вино № 3.— То же вино, хранившееся в темноте: 41,1% углекислоты. В воздухе, оставшемся после абсорбции углекислого газа, содержится еще 12,4% кислорода.

Таким образом, в полной темноте вещества, входившие в состав вина, связываются с кислородом очень медленно.

Количество осадка, интенсивность цвета вина связаны самым непосредственным образом с абсорбцией кислорода. На рис. 63 я попытался изобразить оттеки вина после того, как оно абсорбировало различные количества кислорода. Это вино изображено также на рис. 61, на котором указан его натуральный цвет.

Таким образом, в общем, чем больше кислорода абсорбировало красное вино, тем светлее его окраска. Однако я спешу отметить, что красные вина района Арбуа, выставленные на воздух и хранившиеся в темноте, вначале, до образования значительного количества осадка, приобретали более темный оттенок. Иногда эти изменения цвета были очень заметны. Обычно довольно светлый цвет красных вин района Арбуа приобрел в этот момент оттенок, напоминающий цвет значительно более темных бургундских вин.

Что же касается белых вин, то окисление, особенно в темноте, после того как образовалось значительное количество осадка, приводит к появлению более ярких оттенков, причем вино приобретает значительно более желтый или золотистый цвет.

Несмотря на то, что красящие вещества красных вин и аналогичные соединения, содержащиеся в белых винах, претерпевают под воз-



Рис. 63. Действие кислорода воздуха на вино
Вино, хранившееся в темноте (слева)
Вино, хранившееся на солнце (в центре)
Вино, хранившееся в темноте (справа)

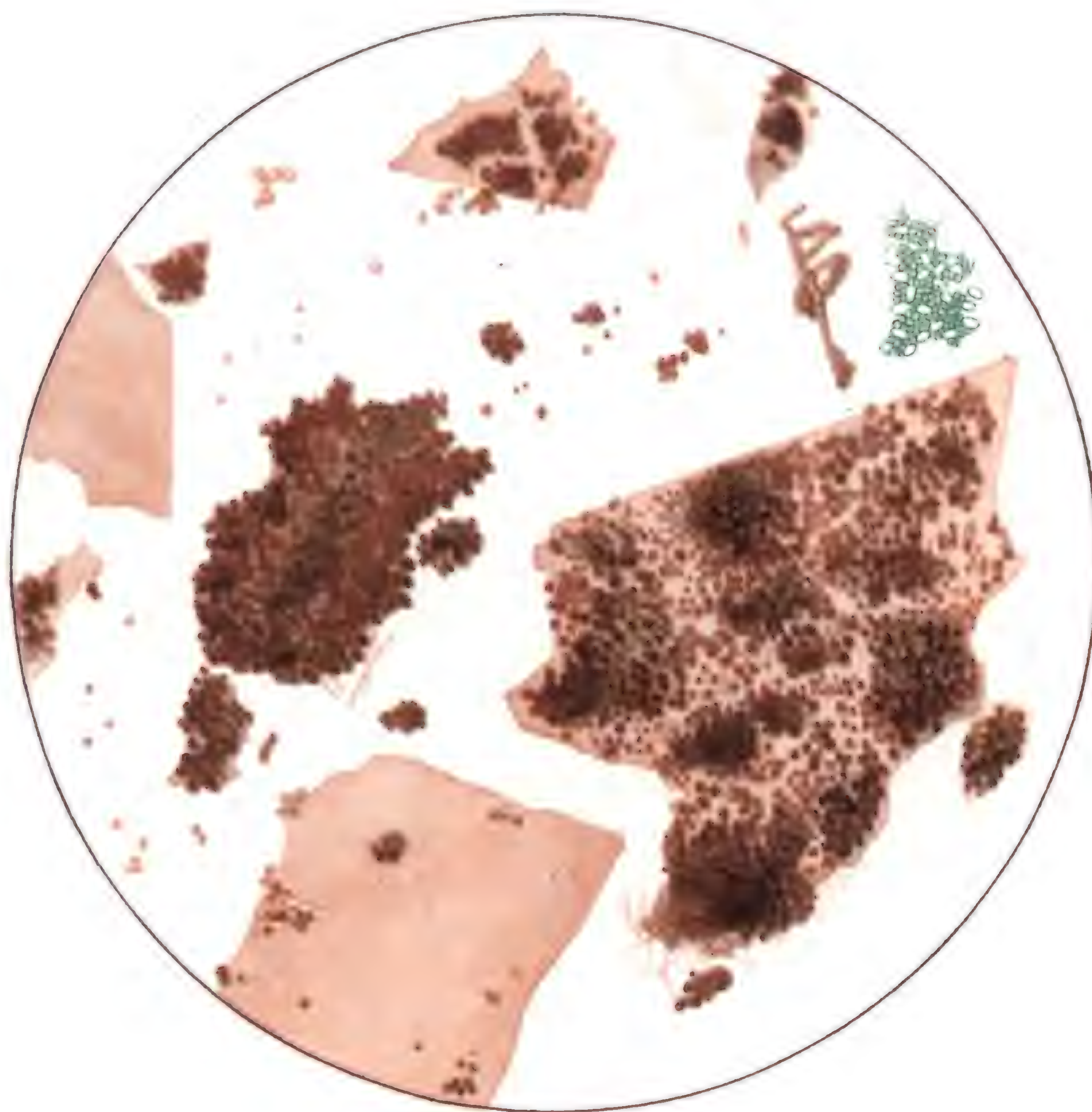


Рис. 64. Осадок красящего вещества в виде пластинок или мелких зерен

Подобный осадок соответствует обычно совершенно нормальному созреванию вина. × 600

действием кислорода очень значительные изменения, тем не менее не следует думать, что воздействие кислорода воздуха не распространяется и на другие соединения, содержащиеся в вине. Окисление — это одно из наиболее сложных явлений. В результате многократно повторенных исследований я убедился, что часть кислот как бы сгорает. Так, например, в вине № 5 района Арбуа, выставленном на свет, причем объем воздуха равнялся объему вина, общая кислотность с июня по ноябрь снизилась на 12%. Очень точное определение содержания сахара в вине провести трудно. Однако, несомненно, что в результате окисления содержание сахара в вине значительно не снижается. В этой области предстоит еще сделать немало интересных исследований. Приблизительно такие же результаты были получены мною и с белым вином.

Что же касается осадков, образующихся в результате поглощения кислорода, в опытах, о которых я только что говорил, то несомненно, что эти осадки не отличаются по своей природе от осадков в бочках или бутылках. Более того, в этих осадках, каково бы ни было их происхождение, обнаруживаются те же самые физические структуры. Важность вопроса об образовании осадков в вине заставляет меня остановится на нем более подробно.

Я внимательно изучил осадки, образующиеся в винах. Мне кажется, что существует лишь три сорта осадков.

Осадки первого типа хорошо известны и состоят из кристаллов кислого виннокислого калия, из кристаллов нейтрального виннокислого кальция или же из смеси кристаллов двух этих солей. На некоторых рисунках этой работы изображено немало кристаллов нейтрального виннокислого кальция и кислого виннокислого калия, имеющих различную форму. Этот осадок не оседает на стенках бутылок. Он достаточно тяжел для того, чтобы через несколько минут после того, как жидкость была оставлена в покое, осесть на дно в виде плотного слоя. Лишь в исключительных очень редко встречающихся случаях кислый виннокислый калий образует чрезвычайно тонкие легкие шелковистые кристаллы, для осаждения которых требуется более длительное время. Этот осадок винного камня не оказывает значительного влияния на физические свойства вина. С точки зрения

химии его влияние на состав и качество вина не имеет, если можно так выразиться, никакого значения, настолько оно мало заметно.

Осадки второго типа, часто смешиваемые с осадками предыдущего типа, но тем не менее очень отличные от них, вызываются коричневыми или темно-фиолетовыми веществами, покрывающими стенки бутылок, и в особенности стенки нижней половины бутылок, когда последние хранятся в горизонтальном положении. Эти осадки образуются за счет красящего вещества. Последнее вначале находится в растворенном состоянии, но под влиянием окисления постепенно становится нерастворимым. Под микроскопом в этих осадках можно обнаружить три очень различные физические структуры.

1. Осадок состоит из полупрозрачных пластинок, окрашенных в более или менее темный желто-коричневый цвет иногда с фиолетовым оттенком.

2. В других случаях красящее вещество оседает в виде зерен или маленьких аморфных скоплений, расположенных в непосредственной близости одно от другого и образующих на стенках бутылок плотно прилегающий слой красно-коричневого или фиолетового цвета.

3. Часто эти зерна имеют столь правильную структуру, столь совершенную сферическую форму, что можно подумать, будто перед нашими глазами находятся живые клетки. Поэтому некоторые исследователи, пытавшиеся обнаружить под микроскопом ферменты болезней вина, были введены в заблуждение этими образованиями и принимали эти зерна за живые организмы.

На рис. 64 изображен осадок, образовавшийся в красном вине типа Божоле 1859 г. (коммуна Вилье). Вино изучалось в 1865 г., и мы смогли установить в осадке наличие трех типов красящего вещества, так как эти три физических состояния часто обнаруживаются вместе. Полупрозрачные пластинки обычно покрыты, по крайней мере местами, аморфными зернами или образованиями, напоминающими живые организмы. Эти две последние формы красящего вещества также часто обнаруживаются одновременно в различных соотношениях.

Осадки, о которых я говорю, в каком бы состоянии они не находились, чаще всего плотно оседают на стенках сосуда. Это имеет

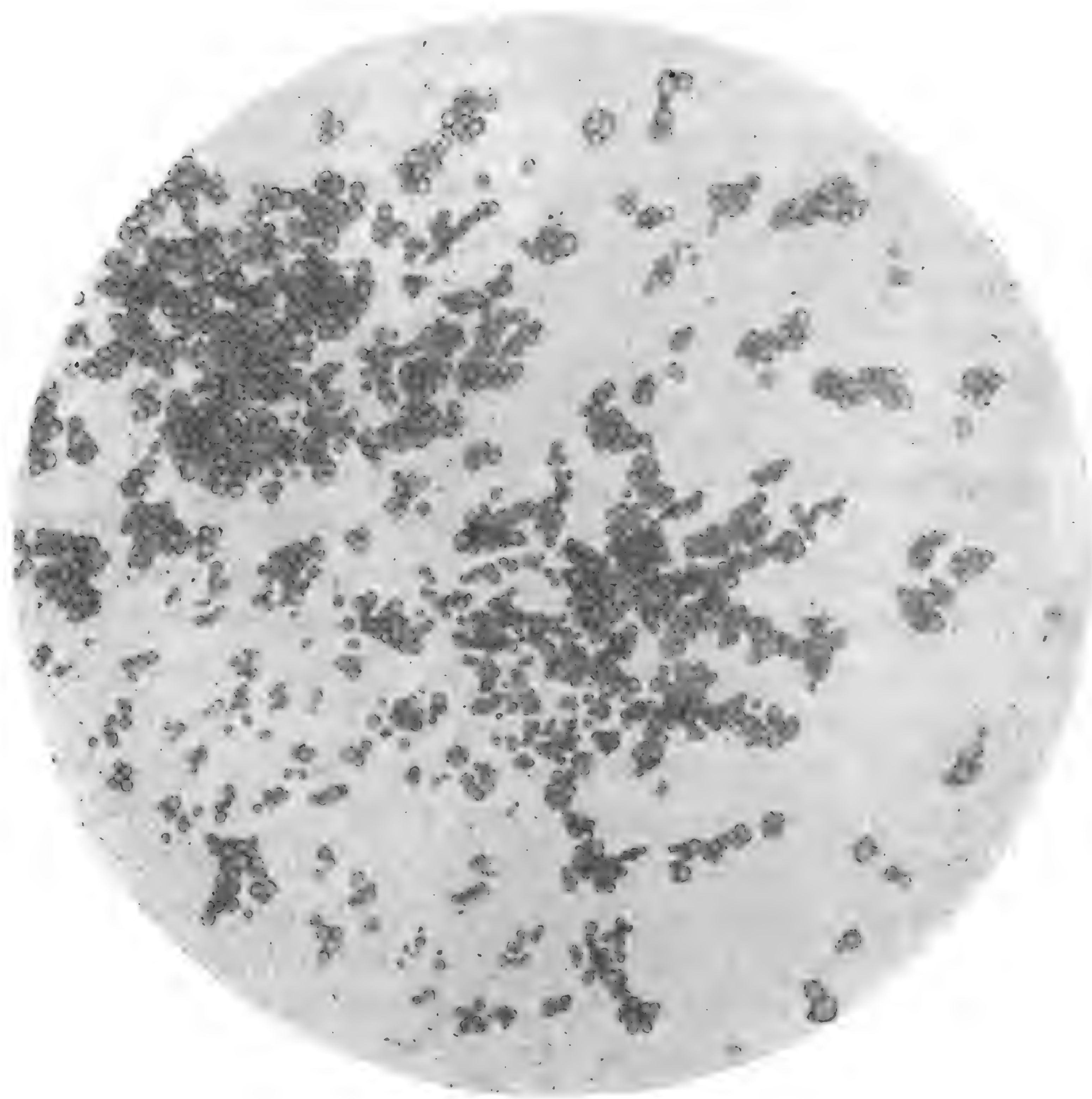


Рис. 65. × 600

важное значение, так как все вино удается слить совершенно прозрачным.

Эти осадки второго типа также не вызывают больших изменений физических свойств вина. Что же касается изменений состава вина, происходящих в результате образования подобных осадков, то мы можем сказать, что образование этого осадка соответствует обычно периоду постепенного улучшения качества вина. Однако появление осадка сопровождается постепенным обесцвечиванием вина, но это не имеет большого значения, если количество осадка не очень велико.

Осадки третьего типа, образующиеся в вине, состоят из растительных паразитов, которые были изучены в первой части этой работы. Этот осадок оказывает очень неблагоприятное влияние на физические свойства вина и поэтому обусловливает большие потери при переливании вина из бочки в бочку или из бутылки в бутылку. Осадки этого типа не только представляют некоторые неудобства, но и весьма опасны, так как вызывают, с одной стороны, превращение составных частей вина, а с другой — появление новых соединений, в результате чего качество вина сильно ухудшается.

Установив эти данные, перейдем к изучению осадков, которые образуются под косвенным воздействием воздуха в опытах с пробирками, о которых я говорил. Мы убедимся, что они относятся к осадкам второго типа и в них обнаруживаются все три разновидности этого осадка: аморфные зерна или скопления с округлыми контурами, образующие на стенках сосуда плотный слой, полупрозрачные пластинки, свободные или покрытые местами маленькими скоплениями с округлыми контурами, и, наконец, маленькие сферические шарики, похожие на живые клетки.

На рис. 65 представлен увеличенный в 600 раз один из подобных осадков, образовавшийся под непосредственным воздействием кислорода в красном вине Юрской области.

На рис. 66, к которому я еще вернусь, изображен еще один из осадков, возникший также лишь под воздействием кислорода воздуха и образующий тонкий окрашенный слой, плотно осевший на стенках сосуда. Сравнивая рис. 65 и 66 с рисунками, на которых изображены осадки, образовавшиеся в натуральном вине в бутылках, нетрудно

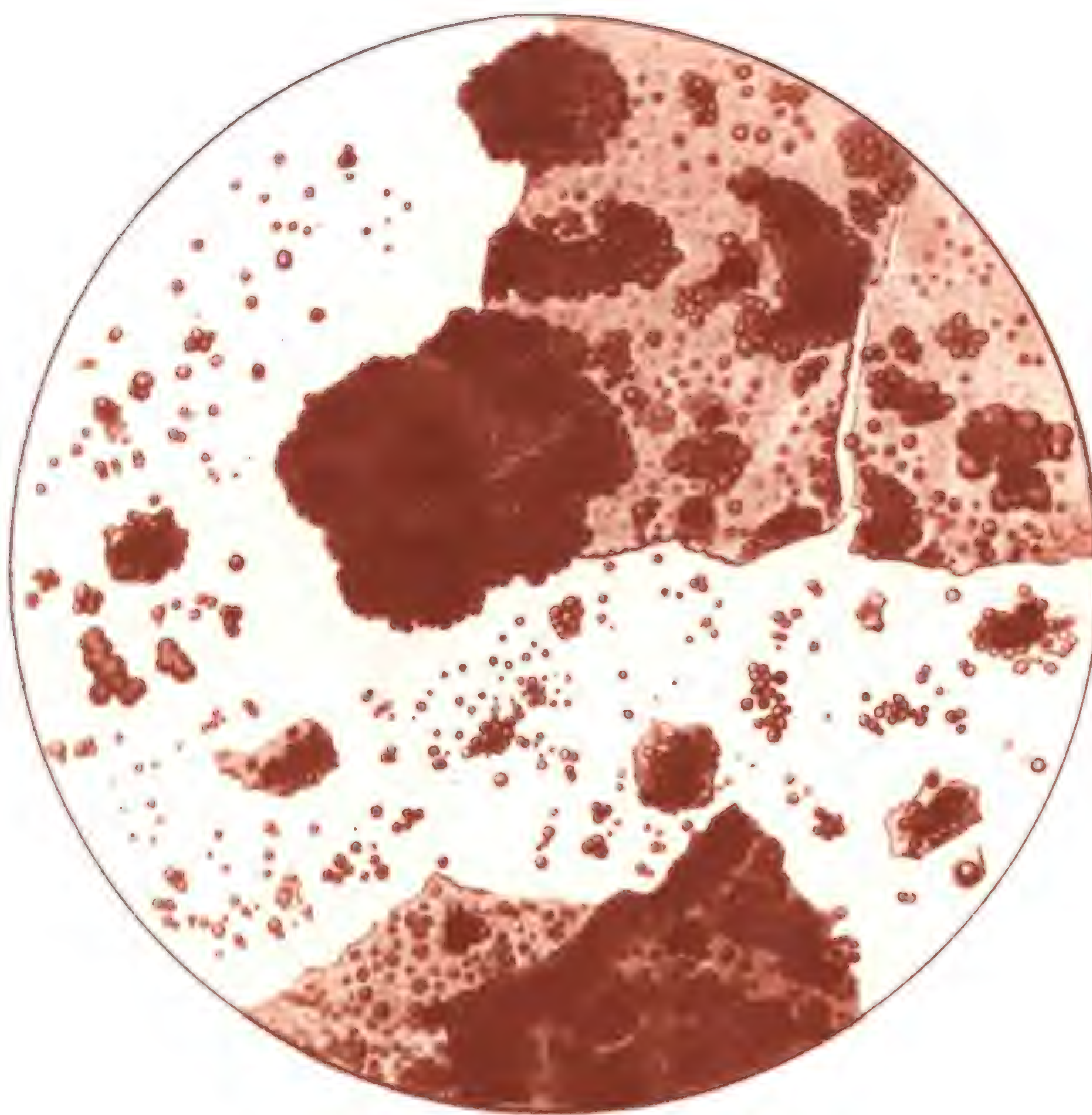


Рис. 66. Осадок красящего вещества, образовавшегося в результате окисления. Осадок в вине, хранившемся в неполных бочках, на котором не образовалось цвели и которое не поражено другими заболеваниями. $\times$ 600

установить, что все эти осадки имеют одинаковый характер. Очень часто подобные осадки принимают за осадки винного камня, но обычно винного камня в них не содержится. Такие осадки можно обнаружить в большем или меньшем количестве во всех бутылках выдержанного вина.

Г-н Батийа, ранее бывший аптекарем в Маконе, опубликовал в 1846 г. руководство по винам Франции, в котором он значительное место уделяет красящим веществам вина. Его наблюдения представляют несомненный интерес. К сожалению он ничего не знал о влиянии кислорода на эти вещества, а углубленное изучение их невозможно без учета этого влияния, беспрестанно изменяющего их свойства. Несмотря на это, я нашел в работе Батийа абзац, в котором он весьма точно описывает образование осадков в вине, хранящемся в бутылках.

«Нередко,— пишет он,— в бутылках, содержащих красное вино, выпадает осадок, иногда образующий довольно толстый слой. Этот осадок получил название *винного камня*... В этом осадке иногда обнаруживаются кристаллы винного камня, но чаще всего он состоит из почти чистого пурпурита, который имеет тенденцию беспрерывно выпадать из вина».

Автор называет *пурпуритом* и *розитом* два красящих вещества, которые, как он предполагал, ему удалось выделить из красного вина. Я совершенно не разделяю его мнения по этому вопросу.

«Если, вылив вино, мы нальем в бутылку спирт, то последний немедленно растворит осадок. Полученная настойка очень красивого цвета имеет более или менее темную окраску в зависимости от возраста вина. У наиболее старых вин цвет настойки приобретает менее пурпурный оттенок. Этот раствор..., после того как он был профильтрован, является раствором почти чистого пурпурита, потому что спирт не растворяет ни винный камень, ни пленок, которые могут его сопровождать.

«Если хотят собрать пурпурит, осевший на стенках бутылок, то это следует делать немедленно после того, как было слито вино, потому что высохший пурпурит лишь частично растворяется в спирте, а вода не может удалить пурпурит со стенок бутылки. Это как раз и

затрудняет так сильно очистку бутылок... Поэтому их необходимо мыть немедленно» *.

Приведенные наблюдения г-на Батийа отличаются большой точностью. Я добавлю лишь, что красно-фиолетовый осадок на стенках бутылок не может рассматриваться как чистое красящее вещество. Он вовсе не состоит из какого-то определенного соединения, так как красящее вещество находится в нем на различных этапах окисления. Поэтому красящие свойства, растворимость и химический состав осадка постепенно меняются в зависимости от степени окисления. Так, например, его нерастворимость в спирте через некоторое время, после того как вино было вылито из бутылки, вовсе не является результатом высыхания, как пишет цитируемый мною автор, но результатом окисления. Чем больше окисляется это вещество, тем труднее оно растворяется в воде, спиртах и кислотах, тем светлее становится его цвет. Постепенно оно может приобрести бледную коричневато-желтую окраску. Опыты в пробирках, о которых я говорил выше, позволяют проследить все эти постепенные превращения. Мы можем также провести сравнительное изучение этих превращений, для этого вино кипятят и выпаривают на воздухе или вне контакта с ним. Вне контакта с воздухом красящее вещество остается в растворе, и при охлаждении образуется лишь осадок винного камня. Наоборот, на воздухе красящее вещество окисляется и при охлаждении, в особенности, когда мы имеем дело с винами, содержащими большое количество красящих веществ и мало кислот, происходит кристаллизация винного камня и образование значительного осадка красящего вещества, ставшего нерастворимым в воде и в слабых кислотах.

Я не хочу заканчивать раздел, посвященный действию кислорода воздуха на вино и причинам, вызывающим его созревание, не сказав несколько слов о тех особых свойствах, которые приобретают вина после перевозки их, в особенности в жарких странах. Я совершенно уверен, что изменения, которые обнаруживаются при этом в винах, должны обусловливаться в значительно большей степени действием кислорода воздуха, чем повышением температуры. Два обстоятельства благоприятствуют проникновению кислорода в вино во время перевозки его в Индию и Америку: более быстрое испарение через клеп-

ку бочек и, в особенности, удары жидкости о стенки бочки, не потому, что это вызывает перемешивание жидкости, а потому, что это является причиной быстрых и беспрестанно повторяющихся изменений давления внутри жидкости. В результате этого происходит значительно более быстрое выделение азота и углекислоты и проникновение воздуха через поры дерева, чем в тех случаях, когда вино спокойно хранится в холодных подвалах. Подобный опыт было бы легко поставить. Вино, содержащееся в герметически закрытых сосудах, не должно было бы значительно измениться: ни приобрести привкус уваренности, свойственный этим винам, ни образовывать осадка. Результаты перевозки скажутся значительно меньше на винах, находящихся в бутылках, чем на винах в бочках. Я добавлю, что вино, нагретое до 60, 70 или 80°, не приобретает привкуса уваренности, как на это много раз ошибочно указывалось в печати *, и что в нем не выпадает осадка. Наоборот, за исключением некоторых очень молодых вин, находящихся еще на стадии брожения и смешанных с дрожжами спиртового брожения, прозрачность вина в результате прогревания улучшается.

ТРЕТЬЯ ЧАСТЬ

ХРАНЕНИЕ ВИН

ЭМПИРИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ, ПРЕДЛОЖЕННЫЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВИН

Если наблюдения, содержащиеся в первой и второй частях этой работы, правильны, то они доказывают, что болезни вин связаны с размножением растительных паразитов и что в отсутствие этих криптогамных растений вино, если оно подвергается медленному и постепенному воздействию кислорода воздуха, созревает, но не портится. Вино следует рассматривать как настой особого состава, содержащий органические вещества. Все настои могут служить убежищем для микроскопических организмов. Вино в этом отношении не отличается от других настоев. Таково происхождение спонтанных изменений, которым подвергается вино.

Болезни вина должны были быть и в действительности были известны уже в наиболее древние времена. Эмпиризм сделал все, что мог, для того, чтобы предохранить вино от заболеваний [34]. Эти уси-

---

[34] «В начале жаркой летней погоды некоторые вина прокисают в погребах, затем качество их восстанавливается. При перевозке вина морем оно обычно портится, но вина, выдержавшие морскую качку, производят впечатление более старых, чем они есть на самом деле» (Pline. Histoire naturelle coll. Nisard. Paris, 1848, 2 vol. t. 1, p. 537).

«Можно считать, что вино портится, когда погруженная в вино свинцовая пластинка меняет свой цвет. Вино отличается от других жидкостей своей способностью выветриваться и превращаться в уксус; по поводу того, каким образом можно избежать этого, написано много томов» (Pline, t. 1, p. 539).

«Необходимо удалять навоз, корни деревьев, одним словом, всё, что выделяет запахи, которые очень легко переходят в вино..., ставить бочки на неко-

лия оказались весьма плодотворными. Не останавливаясь здесь на столь частом применении сосновой смолы и ароматических веществ греками и римлянами [35] для лучшего хранения их вин, следует указать, что очень хорошие результаты на длительность хранения вина оказывает применение сахара: примером могут служить очень сладкие вина, хранение которых не представляет больших затруднений, применение спирта — это так называемое крепление вина, с успехом осуществляется либо путем добавления сахара к собранному винограду, как в Бургундии, либо путем добавления к вину непосредственно спирта, как на Юге. Наконец, применение сернистого ангидрида — окуривание бочек является одним из наиболее старых способов в искусстве виноделия. Я оставляю в стороне не менее старый способ гипсования, еще широко применяемый на Юге для того, чтобы получить более прозрачное и стойкое вино.

Нетрудно показать, что все эти три способа хранения вина эффективны лишь только потому, что все три они значительно затрудняют развитие паразитов вина.

Для хранения столовых вин нельзя прибегать к применению сахара. Действие сернистого ангидрида вызывает немало неудобств и

тором расстоянии одна от другой для предосторожности, чтобы порча, своего рода заражение, которое всегда возникает очень быстро, не передавалось от одной бочки к другой» (Pline, t. 1, p. 540).

«Необходимо опасаться также нагревания сосудов и появления капелек жидкости на крышке» (Pline, t. 1, p. 540).

Действительно эти физические признаки указывают на образование пленки *mycoderma aceti*. Последняя, благодаря интенсивному окислению, которое оно вызывает, приводит к нагреванию верхних слоев вина, в результате чего происходит испарение жидкости. Вследствие этого внутренняя стенка сосуда выше уровня жидкости и, в особенности, широкие крышки из терракота, закрывавшие отверстия своеобразных, более или менее конических цилиндров, в которых хранили вино, становятся влажными.

[35] В «Геопониках» (отрывках античных авторов, собранных в IV в. Кассианусом Бассусом) можно найти указания на многочисленные способы лечения вин и предохранения их от порчи: многие из этих способов можно объяснить, исходя из положения современной науки; в общем это указывает на то, что данный вопрос серьезно тревожил древние народы (Примечание, добавленное ко второму изданию).

продолжительность его весьма ограничена. Крепление является одним из лучших способов хранения. К сожалению, гигиенические свойства вина, и этого не следует скрывать, снижаются вследствие значительного увеличения содержания спирта. Чем богаче вино спиртом, тем более качества его отличаются от качеств, которые необходимы столовым винам, и тем меньше его потребление. Поэтому для расширения торговли французскими винами большой интерес представляет возможность экспорта их без предварительного крепления [36].

*) В 1869 г. профессор Скутеттен представил в Академию работу, в которой он пытался доказать, что электричество улучшает качество и обеспечивает лучшее хранение вин ** . Опыты, которые он приводит, вовсе не доказывают, что вино действительно предохранялось от свойственных ему заболеваний. Эти опыты, в которых отсутствуют

---

[36] Мой ученый коллега г-н Гэ сообщил мне, что в Чили для того, чтобы вино не прокисало, в бочку иногда кладут кусок мяса.

Вот, мне кажется, наиболее вероятное объяснение этого явления.

Вино, хранящееся в неполных бочках, неизбежно покрывается пленкой *mycoderma vini* или *mycoderma aceti* или же пленкой, состоящей из смеси этих двух микодерм. *Micoderma vini* более или менее безвредна; но *mycoderma aceti* одна или в ассоциации со своим сородичем вызывает очень быстрое превращение вина в уксус. Кроме того, чем старее вино, чем меньше содержится в нем белковых и экстрактивных веществ, тем с большей легкостью *mycoderma aceti* развивается на его поверхности. Наоборот, чем моложе вино, чем больше в нем содержится азотистых веществ, тем легче на поверхности его появляется *mycoderma vini*. Эти положительные данные, заставляют предполагать, что один из способов предупреждения прокисания вина может основываться на том, чтобы сделать вино более подходящим для появления и развития в нем *mycoderma vini*. Этим, по всей вероятности, и объясняются результаты добавления мяса. Вот что происходит: поверхность вина, начавшего прокисать, покрыта более или менее хорошо развившейся пленкой, состоящей из *mycoderma aceti* или из *mycoderma aceti* в ассоциации с *mycoderma vini*. Белковые и экстрактивные вещества мяса, попавшие и растворившиеся в вине, благоприятствуют развитию *mycoderma vini*, которая может полностью задержать развитие *mycoderma aceti*. В результате этого образование уксусной кислоты прекращается. Этот способ соответствует добавлению очень молодого вина к старому, начавшему уже прокисать, для того чтобы помешать образованию уксуса в последнем.

сравнительные данные, совершенно не достаточны для того, чтобы мы могли приписать электричеству улучшение качества вина, наблюдаемое в некоторых случаях. Наконец, постановка этих опытов связана с большими практическими затруднениями. Под влиянием электрического тока в жидкости должен образовываться кислород, действие которого было приписано электричеству.

Способ хранения вин с помощью предварительного замораживания известен уже очень давно, но относительно его эффективности существуют разногласия: например, Фаброни в своем руководстве «Об искусстве виноделия» пишет следующее (стр. 144):

«Авторы заальпийских стран советуют удалять излишек воды из вина, концентрируя его замораживанием; но Бюке по этому поводу замечает, что после замораживания вино долго не сохраняется и быстро превращается в уксус».

Заслугой г-на де Верньетт-Ламотта является то, что он разработал более удобный способ применения этого метода. По мнению этого специалиста-винодела, бочки с вином можно подвергать воздействию сильных зимних холодов, а при отсутствии естественного холода — действию охлаждающей смеси: при температуре между 0 и —6° образуется осадок винного камня, белковых веществ и т. д.; при температуре между —6 и —12° часть вина, наиболее бедная спиртом, превращается в лед. Затем вино сливают и полученная таким образом жидкость обогащается спиртом.

Следовательно, замораживание может несомненно привести к результатам, которые наблюдаются после оклейки и крепления вина. Вследствие этого улучшается качество и одновременно сохраняемость вина. Однако мы совершенно согласны с утверждением Фаброни, что этот способ хранения вина далеко не всегда дает положительные результаты. У меня имеется несколько бутылок бонского вина, которое, будучи сконцентрировано с помощью замораживания, было отправлено в Сан-Франциско. Однако вино отослали обратно, потому что во время перевозки оно *прогоркло*.

Как бы то ни было, г-н де Верньетт в своей статье, опубликованной в 1850 г. в сборнике Центрального сельскохозяйственного общества *, пишет следующее:

«Подводя итоги, мы приходим к выводу, что вино, предназначенное для экспорта, не должно подвергаться какой-либо обработке, сопровождающейся добавлением посторонних веществ.

Мы считаем, что существует лишь один рациональный способ улучшения вин, предназначенных для дальних перевозок,— это концентрация их с помощью замораживания.

Этот способ совершенно не меняет их качества.

Мы всегда сможем заморозить вино до желаемого состояния или же выставляя его во время зимних холодов на мороз, или же подвергая воздействию охлаждающих смесей» (стр. 524).

После опубликования моих работ о болезнях вина и о хорошей сохраняемости его в результате прогревания идеи г-на де Верньетта в корне изменились. Он убедился в эффективности предварительного прогревания вина для хранения и улучшения его качества, и, убежденный моими экспериментальными доказательствами, в настоящее время он отрицает утверждение, о котором я напомнил, а именно, что никаких рациональных способов, позволяющих перевозить вино, кроме замораживания, не существует».

В книге, озаглавленной «Вино», опубликованной этим ученым-виноделом после появления моих работ 1864—1865 г. *, г-н де Верньетт пишет следующее:

«Как бы то ни было, в искусстве виноделия имеется важный факт, достоверность которого не зависит от какой-либо системы, а именно, что рациональное использование теплоты помогает хранению вин. Если прогревать вино при температуре, не превышающей 50°, в условиях, которые мы установили [37], то лучшие результаты от прогревания наблюдаются для хороших вин. Короче, этот способ позволяет предохранять вино от болезней, которые вызывают его порчу» (стр. 292).

Это мнение г-на де Верньетта, позаимствованное им из моих работ, совершенно правильно, за исключением одного пункта. При быстром прогревании, единственно эффективном и которое я советую производить, вовсе не следует избегать температуры, превышающей 50°. Да-

[37] Следовало бы сказать «в условиях, установленных г-ном Пастером», так как это касается быстрого прогревания вина. В условиях, указанных г-ном де Верньеттом, прогревание длится *два месяца*.

же для наиболее тонких вин температуру можно доводить до 55, 60 и даже 65°. Однако я установил, что нагревание при температуре 55° в большинстве случаев достаточно и в общем в некоторых отношениях наиболее благоприятно.

СОХРАНЕНИЕ ВИНА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРЕВАНИЯ. ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Познание причин болезней вина дает нам очень ясное представление об условиях, которые необходимы для его хранения. Вся проблема сводится к тому, каким образом можно помешать развитию паразитов. Мои первые попытки заключались в добавлении к вину безвредных веществ, лишенных запаха и обладающих, подобно сернистой кислоте, свойством энергично поглощать кислород. Предпосылки, на которых я основывался в выборе подобных веществ, были возможно спорны, поэтому я не удивлен, что применение этих веществ оказалось безрезультатным.

Наоборот, я получил очень хорошие результаты при применении очень простого и очень дешевого способа, обладающего большим преимуществом, в том отношении, что он не требует добавления посторонних веществ. Для разрушения зародышей паразитов вино достаточно прогреть в течение очень короткого времени при температуре от 50 до 60° [38].

Кроме того, я установил, что в результате применения этого способа вино никогда не портится. Более того, этот способ не препятствует

[38] Дрожжи или спиртовой винный фермент, как и паразиты, вызывающие болезни вина, не всегда погибают при температуре от 50 до 60°. Если мы имеем дело со сладким вином, содержащим сахар, то для того, чтобы быть уверенным, что после нагревания в нем не начнется дополнительного спиртового брожения, его необходимо прогревать при температуре выше 60°. Температура должна быть тем выше, чем больше в вине содержится сахара и меньше кислоты, одним словом, чем более по своему составу вино приближается к натуральному виноградному соку. Поэтому в заявке на патент, сделанной 11 апреля 1865 г., я указал, что наиболее подходящая температура для лучшего сохранения вина, независимо от его состава, колеблется от 60 до 100°. *(Примечание, добавленное ко второму изданию).*

дальнейшему постепенному воздействию кислорода воздуха на вино, что является, по моему мнению, как я указывал во второй части этой работы, почти единственным источником улучшения качества вина при хранении. Поэтому можно думать, что этот способ обеспечивает наиболее выгодные условия.

Я должен привести здесь ранее установленные факты, одни из которых могли направить наши усилия в этом направлении, а другие заставить нас сойти с этого пути. Различные способы прогревания сусла или вина всегда применялись в практике виноделия. Агрономы древнего Рима описывают способы приготовления и хранения вина, применявшиеся римлянами и греками. Колумелла *, заслуживающий наибольшего доверия, указывает, что для лучшего хранения вина он добавлял к соку собранного винограда, в зависимости от его качества, различные количества кипяченого сока. При кипячении сок выпаривали до половины или одной трети исходного объема, незадолго до окончания кипячения к соку добавляли ирис, мирру, корицу, смолы и другие аналогичные ингредиенты. Отметим мимоходом, что это соответствует в действительности креплению вина уже в чанах и одновременно предохранению вина с помощью антисептиков. Колумелла признается, что лучшими винами являются вина, не нуждающиеся в подобной обработке, т. е. в добавлении вышеуказанных веществ для того, чтобы хорошо сохраняться в течение длительного времени, и он добавляет: «Мы считаем, что к подобным винам ни в коем случае не следует добавлять чего бы то ни было, что может изменить их натуральный вкус, потому что то, что может нравиться без искусственного улучшения, выше всего».

Среди различных других способов хранения виноградного сока Колумелла указывает на следующий: «В местностях, где вино часто прокисает, сусло сразу же после того, как виноград был собран и раздавлен, и прежде чем была отжата мезга, необходимо перелить в котел и добавить к нему одну десятую пресной воды, взятой из колодца, выкопанного в этой же местности. Затем разбавленный сок кипятят до тех пор, покуда объем его не уменьшится на объем, равный количеству добавленной воды. После того как сок остынет, его переливают в сосуды, которые сначала закрывают, а впоследствии заку-

поривают. Благодаря подобной обработке вино сохраняется значительно дольше без каких-либо изменений».

Фаброни указывает, что в некоторых областях Испании еще до сих пор кипятят весь сок, предназначенный для получения вина [39].

Аббат Розье, ссылаясь на Белона, пишет, что вина с острова Крита, предназначенные для перевозки по морю, нагревались до температуры кипения [40].

В практике виноделия нередко применяли и солнечную теплоту.

«В Греции,— говорит Плиний,— вино, которое называют βιος (жизнь), применяют для лечения различных болезней; совершенно заслуженно оно пользуется широкой известностью. Его приготовляют следующим образом: собирают слегка недоспелый виноград, который подвяливают, выставляя на солнце. В течение трех дней его перевертывают три раза в сутки, на четвертый его отжимают. Вино разливают по сосудам и оставляют созревать на солнце» [41].

Катон * указывает, каким образом можно приготовить косское вино из итальянских вин: помимо того, что это вино приготовляют по указанному им способу (это приготовление заключается главным образом в добавлении значительного количества морской воды), его оставляют созревать в течение четырех лет на солнце.

Наконец, в сочинениях Плиния мы находим следующий замечательный абзац, доказывающий, что способ, применяемый в городе Сетте, чтобы вызвать более быстрое созревание вина, применялся уже в древние времена: «В Компаньи,— пишет он,— лучшие вина выставляют на воздух. Считается очень полезным, чтобы сосуды, содержащие вино, находились под воздействием солнца, луны, дождя и ветра» [42].

Уксус слишком близок к вину, чтобы я не напомнил о достоверном способе хранения этой жидкости, предложенном знаменитым Шееле ** в конце прошлого века.

---

[39] Fabroni. De l'art de faire le vin. Paris, an X, in-8°, p. 146.

[40] Rozier. De la fermentation des vins et de la meilleure maniere de faire l'eau-de-vie. Lyon, 1770, p. 166, in-8° (3 pl.).

[41] Pline. Histoire naturelle (Coll. Nisard). Paris, 1848, 2 vol., t. I, livre XIV, p. 531.

[42] Pline. Там же, p. 540.

«Достаточно,— говорит Шееле,— налить уксус в хорошо вылуженный котел и кипятить его четверть минуты на сильном огне, а затем осторожно наполнить им бутылки. Если думают, что полуда вредна для здоровья, то можно влить уксус в несколько бутылок и поместить их в полный воды котел на огонь. Когда вода немного покипит, бутылки вынимают из котла.

«Сваренный таким образом уксус сохраняется в течение нескольких лет, не мутнея и не портясь, так же хорошо на воздухе, как в наполовину наполненных бутылках».

Уксус по своему происхождению и своим свойствам имеет много общего с вином, поэтому этот опыт являлся непосредственным указанием на возможность использования нагревания с целью лучшего сохранения вина.

Это метод, позднее примененный на практике Аппером, обеспечивает успешное хранение самых различных пищевых продуктов. Как я указывал в другой работе, зачатки этого метода можно обнаружить в опытах Нидхэма и Спаланцани, касающихся так называемого *самозарождения.*

Когда я опубликовал первые результаты моих опытов, доказавших возможность хранения вина с помощью предварительного нагревания, то совершенно очевидно, что я указал лишь на новую область применения метода Аппера. Однако в это время я абсолютно ничего не знал о том, что Аппер задолго до меня уже думал о возможности подобного применения своего метода. Лишь занявшись историей вопроса в связи с подготовкой второго издания, публикуемой в настоящее время работы, я случайно напал на наблюдения Аппера *. Эти наблюдения были полностью забыты до того момента, пока я не напомнил о них в специальном сообщении, опубликованном в «C. r. de l'Acad. sci.» (декабрь 1865 г.).

Наблюдения Аппера были настолько забыты, что никому из лиц, вступивших со мною в спор по вопросу о приоритете моих собственных исследований, не пришла идея противопоставить мне работу Аппера. Тем не менее как раз этот талантливый промышленник первый совершенно ясно указал на возможность хранения вина с помощью предварительного прогревания его. Однако будет справедливо отме-

тить, что данные, на которых основывается Аппер, не доказывают еще неопровержимым образом, что его метод действительно может с успехом применяться для вина. Утверждения Аппера должны были показаться мало правдоподобными, и это, без сомнения, явилось причиной их полного забвения.

В самом деле, Аппер пишет, что он отправил в Сан-Доминго несколько бутылок боннского вина, предварительно прогретого в воде при 70°, и что лишь две из них были привезены обратно во Францию. Он сравнил вино, содержащееся в этих бутылках: 1) с тем же вином, разлитым по бутылкам, но оставшимся в Гавре; 2) с вином, разлитым по бутылкам и хранившемся в его подвале, причем эти последние вина не прогревались. Аппер нашел, что вино, оставшееся у него в подвале, имело вкус еще очень молодого вина, вино, полученное из Гавра, созрело и сохранило свой букет. Однако качество вина, привезенного обратно из Сан-Доминго, было значительно выше, и ничто не могло сравниться с его тонким вкусом и его букетом. Судя по тонкости вкуса этого вина, можно было предположить, что оно было старее на два года, чем вино из Гавра, и, по крайней мере, на три года, чем вино, хранившееся в его подвале.

В действительности Аппер не указывает, что вино в двух бутылках, остававшихся во Франции, было испорчено или пострадало от болезней. Все читатели должны были бы уже отметить, что ничего удивительного нет в том, что качество вина, отправленного в Сан-Доминго и совершившего столь длинное путешествие, было выше, чем качество того же вина, оставшегося во Франции, потому что уже давно известно, что перевозка, когда она не является причиной порчи вина, значительно улучшает его качество.

Утверждения Аппера о хранении вина с помощью предварительного прогревания должны в значительно большей степени объясняться тем доверием, с которым он относился к возможности очень широкого применения своего метода, чем точностью его наблюдений, которые в действительности были весьма недостаточны.

Без сомнения, этим и объясняется, что его способ приготовления консервов получил широкое распространение, тогда как способ, который он предложил для хранения вина, был забыт.

Однако идеи Аппера по вопросу, который нас занимает, возродились в умах некоторых просвещенных виноделов-практиков. Так, например, в 1827, в 1828 и в 1829 гг. Ж.-А. Жерве взял патент [43] и опубликовал две брошюры, посвященные применению теплоты с целью улучшения качества вин [44]*.

Он приводит даже описание оригинального аппарата для прогревания вина, к которому мы вернемся позднее.

Полученные результаты он излагает следующим образом:

«В моем патенте я уже указывал, что в результате применения этого способа: 1) вкус вина становится менее кислым; 2) действие фермента парализуется; 3) действие атмосферного воздуха, а также и других факторов, вызывающих брожение, задерживается; 4) содержание ароматических веществ повышается; 5) вкус молодого вина улучшается; 6) наконец, прогревание вина при высокой температуре приводит к расширению водных фракций вина (вследствие чего они приобретают способность лучше проникать) и активирует основные и спиртовые фракции вина.

Таким образом, в результате этого двойного воздействия через короткий срок мы наблюдаем тесное связывание этих фракций между собою. В непрогретом вине подобные процессы протекают в течение многих лет в результате медленного брожения, которое часто прерывается или неожиданно заканчивается разложением вина. В результате этого связывания разнородных веществ другие соединения, содержащиеся в избытке в вине, осаждаются на стенках сосудов, вино «очищается» и приобретает более *тонкий* и *нежный* вкус».

Результаты, приведенные Жерве, показывают, что он применил метод Аппера как практик, уверенный в достоверности этого метода, не отдавая себе отчета в его сущности и не проводя экспериментальных и методических исследований, происходящих при этом явлений.

---

[43] Улучшение качества вин, водок и других спиртных напитков, пропусканием их через плоские трубы, находящиеся в контакте с горячей водой (Gervais, патент от 16 августа 1827 г.).

[44] Каде де Во на основании данных Жерве (L'art oenologique reduit á la cimplicité de la nature par la science et l'experience. Paris, 1823, p. 141—142 (Vin soumis à un degré de chaleur élevé) указывает на улучшение качества бордосских вин, когда их выдерживают в медленно нагревающихся печах.

Что касается меня, то я считаю, что моя заслуга заключается в том, что с помощью точных экспериментальных данных и научно обоснованных выводов мне действительно удалось доказать возможность успешного применения метода Аппера для хранения вина.

Я не сомневаюсь, что результаты моих исследований позволят установить, что действительно достоверно и может с пользой применяться на практике, в действии теплоты на вино и в исследованиях старых и современных авторов в этой области. Мои исследования позволят также выявить все преувеличения и ошибки, которые в них содержались.

Совершенно напрасно, например, смешивали способ прогревания вина, о котором я говорю, с некоторыми приемами виноделия, позаимствованными на юге Франции из Испании и применяемыми с давних времен в Мезе. Вино нагревают в контакте с воздухом при температуре 25—30°, затем в течение 8, 15, 20 дней температуру постепенно повышают. Цель этого нагревания заключается в том, чтобы придать вину цвет старого вина и изменить его вкус. Затем вино охлаждают и без всяких предосторожностей разливают по бочкам, часто смешивая при этом с молодым вином. Совершенно очевидно, что в данном случае к нагреванию прибегают лишь для того, чтобы усилить действие кислорода воздуха на красящие и другие вещества, содержащиеся в вине. Поэтому независимо от какой-либо теории этот прием сильно отличается от прогревания вина при 60° в течение нескольких минут вне контакта с воздухом.

Еще больше отличается предложенный мною способ от способов, которые применяются в Сетте с целью вызвать более быстрое созревание вина. В Сетте, на больших винных складах, бочки с вином выставляют на солнце в течение 1 года, 18 месяцев, 2 лет и более, где они остаются при любой погоде. Температура летом должна колебаться от 25 до 35°. Цель этой операции для торговца вином заключается в том, чтобы вызвать более быстрое созревание вина и изменение его вкуса. Жара усиливает испарение и позволяет кислороду легче проникнуть через клепку бочки. Кислород, как я это установил в первой части этой работы, и вызывает созревание вин.

История вопроса, которую я излагаю в настоящий момент, была бы неполной, если бы я не привел основные выводы интересной статьи г-на де Верньетт-Ламотта. Этот искусный винодел излагает результаты опытов, аналогичных опытам Аппера. Однако он совершенно не понял их сущности, и это еще более способствовало тому, что метод, предложенный Аппером, оказался забытым, и по поводу чего я только что высказал свое глубокое сожаление.

Статья, о которой я говорю, была опубликована в сборнике работ Парижского общества сельского хозяйства за 1850 г. *

Вот точный текст выводов, которые частично приводились выше:

«Подводя итоги, мы приходим к выводу, что вино, предназначенное для экспорта, не должно подвергаться какой-либо обработке, сопровождающейся добавлением посторонних веществ.

Мы считаем, что существует лишь один рациональный способ улучшения вин, предназначенных для дальних перевозок,— это концентрация их с помощью замораживания. Этот способ совершенно не меняет их качества.

Мы всегда сможем заморозить вино до желаемого состояния, или же выставляя его во время зимних холодов на мороз, или же подвергая воздействию охлаждающих смесей.

Вина, побывавшие в странах с жарким климатом, приобретают все свойства вин, подвергнувшихся искусственному прогреванию в печи или же в водяной бане в пределах температуры от 60 до 70°. Если мы подвергнем вина, предназначенные для экспорта, этому испытанию и убедимся в том, что после нагревания вина не испортились, то мы можем без всяких опасений экспортировать их; в противном случае от этого следует воздержаться».

Итак, мы видим, что г-н де Верньетт считает, что прогревание всегда оказывает неблагоприятное действие в тех случаях, когда вино не выдерживает длительного хранения. Прогревание вина, по его мнению, служит в основном для выяснения вопроса о пригодности его для экспорта. В статье действительно указывается: *«если после нагревания вино не испортилось»*.

При внимательном чтении работы г-на де Верньетта мы с очевидностью убеждаемся в том, что этот ученый-винодел вовсе не связы-

вает лучшую сохраняемость вина после нагревания с самим процессом нагревания, но приписывает ее составу вина, его стойкости, его правильному формированию.

Эти высказывания находятся в полном противоречии с опытом. Вино никогда не портится при прогревании его в условиях, указанных Аппером. Как раз сомнительные вина и следует прогревать в первую очередь, так как прогревание изменяет их не более чем совершенно здоровые вина, но препятствует дальнейшему развитию заболевания. Другими словами, я совершенно точно установил, что лучшую сохраняемость вина следует относить исключительно за счет самого процесса прогревания, а ни в коем случае не приписывать ее составу вина.

Это позволило мне разработать применимый на практике способ, который обеспечивает лучшую сохранность вина и основан на его прогревании. Он сильно отличается от способа замораживания, на котором остановился г-н Верньетт [45].

Помимо этого, я показал, какие прекрасные результаты дает метод Аппера, примененный в условиях, которые я первый уточнил.

К тому же действительное состояние вопроса о хранении вин, и в особенности бургундских вин, в момент, когда я приступил к моим исследования, лучше всего изложено в вышеупомянутом письме г-на де Верньетта, которое он любезно написал мне 27 апреля 1864 г. и полный текст которого помещен в приложениях к этой работе.

---

[45] В первом издании «Исследований о вине» после этой фразы Пастер сделал следующее замечание:

«Метод хранения вина с помощью предварительного замораживания известен уже очень давно. Но заслугой г-на де Верньетта является то, что он разработал практический способ применения этого метода. Ранее это было далеко не так. Например, Фаброни в своем руководстве «De l'art de faire le vin» (Paris, an X) пишет следующее (стр. 144):

«Авторы заальпийских стран советуют удалять излишек воды из вина, концентрируя его замораживанием; но Бюке по этому поводу замечает, что после замораживания вино долго не сохраняется и быстро превращается в уксус.

«Совершенно справедливо, что этот метод хранения вина далеко не безупречен. У меня имеются бутылки бонского вина, которое, будучи сконцентрировано и отправлено в Сан-Франциско, было отослано обратно, потому что во время перевозки оно прогоркло».

Г-н де Верньетт подчеркивает, какое важное значение имело бы для Франции открытие простого и верного способа хранения хороших вин департамента Кот-д'Ор и других виноградников. В этом письме, как и в своей статье 1850 г., г-н де Верньетт останавливается на методах замораживания и окуривания бочек сернистым ангидридом, даже не упоминая при этом о возможности прогревания вина.

Среди различных документов, приложенных к этой работе, я привожу также письмо, направленное мною в «Moniteur vinicole» по поводу некоторых статей, в которых прогревание вина разбиралось людьми, очень мало знакомыми с этим вопросом. Я ничего не хочу изменить в этом письме, за исключением того, что Аппера следует рассматривать не только как изобретателя метода, одним из применений которого является и предложенный мною способ, но так же, как и первого исследователя, утверждавшего, что прогревание может обеспечить лучшую сохраняемость вина.

Предыдущие страницы, в которых, мне кажется, я даю совершенно объективную оценку утверждениям Аппера и наблюдениям г-на Верньетт-Ламотта относительно действия теплоты на вино, приводятся без малейших изменений по сравнению с первым изданием этой работы. Я ничего бы не изменил в них, если бы вопрос о приоритете, поднятый г-ном де Верньетт-Ламоттом, не заставил меня более подробно остановиться на этом предмете. Вот в каких обстоятельствах был поднят вопрос о приоритете.

23 августа 1869 г. маршал Вайян, председатель Генерального совета департамента Кот-д'Ор, зачитал на заседании этого совета сообщение *, представляющее несомненный интерес для его членов. Оно было посвящено результатам исследований о вине, которые были опубликованы мною и касались хорошей сохранности вина после прогревания, а также приготовления уксуса.

«Г-н Пастер,— сказал маршал,— установил, что болезни, поражающие драгоценную жидкость, о которой идет речь, вызываются развитием и размножением микроскопических грибов. Зародыши этих грибов находятся во всех винах, как в обычных, так и в высококачественных. Отсюда вытекает следующий естественный вывод: если бы нам действительно удалось помешать прорастанию этих мельчайших

паразитических организмов, то тем самым мы обеспечили бы сохранность любых вин. К счастью, такой способ был открыт г-ном Пастером; к счастью также, этот способ оказался очень простым и очень дешевым.

«Многочисленные и точные опыты показали, что достаточно нагреть вино хотя бы в течение одной минуты при 55° для того, чтобы лишить зародыши паразитов, о которых идет речь, способности к размножению.

«Вначале было еще неясно, не пострадает ли в результате применения способа, о котором идет речь, тонкость вкуса и букет знаменитых вин, которые создали столь широкую известность нашим виноградникам и позволили дать нашему департаменту столь исключительно завидное название?..

«В настоящее время все сомнения исчезли. Точные наблюдения, проведенные за последнее время, позволили установить, что если бы мы даже были уверены, что знаменитые вина департамента Кот-д'Ор, после того как они были разлиты по бутылкам и оставлены храниться в обычных условиях, не будут портиться, то все же предварительное прогревание вина могло бы оказаться полезным, так как в настоящее время выяснилось, что под влиянием прогревания вино не только сохраняется, но и быстрее созревает и улучшает свои качества в более надежных условиях, чем в тех случаях, когда оно не было прогрето.

«В результате применения способа, о котором мы говорим, в вине никогда не появляется плавающего осадка; в тех же случаях, когда появляется осадок, он всегда плотно оседает на стенках; кроме того, цвет вина становится более ярким и более темным; наконец, этот способ полностью предохраняет от болезни прогоркания, которая всегда приносила такой громадный вред нашим знаменитым винам. Крепление вина путем добавления сахара в бродильный чан или спирта к вину становится излишним».

Г-н Тенар, присутствовавший на заседании Совета, счел необходимым возразить относительно одного пункта сообщения маршала и заявил, что открытием метода хранения вина с помощью прогревания мы обязаны Апперу и г-ну де Верньетт-Ламотту, его другу, владельцу виноградников в Боне и в Помаре департамента Кот-д'Ор.

Роль Аппера в этом вопросе, как мы только что видели, была изложена в первом издании этой работы и, кроме того, за несколько месяцев до этого на заседании Академии наук от 4 декабря 1865 г. Я также отдал должное г-ну де Верньетту, как это можно прочесть выше. По предложению маршала Вайяна и Совета, г-н Тенар изложил письменно свои замечания, которые были напечатаны в протоколах заседания Генерального совета от 23 августа 1869 г.

Вот точный текст сообщения г-на Тенара [46].

«Способ прогревания вина для предохранения его от последующих заболеваний был открыт не г-ном Пастером, как это ошибочно указывалось.

Еще до Аппера, иначе говоря, до 1810 г., этот способ, по-видимому, применялся в Бургундии. То ли для ускорения старения, то ли для хранения вина? Никто не может дать точного ответа на этот вопрос.

Но что совершенно достоверно, так это то, что Аппер первый предложил этот способ для хранения вина.

Его опыты не вызывают ни малейшего сомнения: он взял бутылки с вином, часть из них прогрел при 75°, а часть оставил в том виде, в каком они были. Затем, упаковав все бутылки в один ящик, он отправил их в Америку и вернул их обратно.

По возвращении непрогретые вина были в большей или меньшей степени испорчены; прогретые же совершенно не изменились. Отсюда Аппер сделал вывод, что с помощью предварительного прогревания в закрытых сосудах при 75° вина можно предохранить от изменений, вызываемых перевозкой.

15—16 лет тому назад г-н де Верньетт-Ламотт, работы которого по виноделию выдвигают его на первое место в этой области, повторил опыты Аппера. Работая с очень тонкими винами, он установил, что если бургундские вина, прогретые при 75°, впоследствии и не портятся, то само действие прогревания превращает их в столь сухие и грубые вина, что вкус их начинает напоминать вкус некоторых вин южных районов Франции, и они теряют свои драгоценные качества: тонкость вкуса и букета. Таким образом, несмотря на очень хорошую сохраняемость вина, он ограничил применение своего метода лишь обычными винами, которые предназначены храниться в очень неблагоприятных условиях, а в редких случаях также и некоторыми белыми винами хорошего качества.

Таково было состояние вопроса, когда приблизительно 4 года тому назад г-н Пастер взял патент на хранение вин с помощью предварительного прогревания их при температуре между 65 и 75°. Но меньше чем через 2 года после

---

[46] Это сообщение появилось 28 августа в газете «Bien publique» Дижона и 9 сентября того же года в «Journal d'agriculture pratique» (1869, 2, p. 389—390).

этого [47], г-н де Верньетт, не зная о патенте Пастера, который еще не был опубликован, представил Академии наук статью, в которой он указывал, что после предварительного прогревания при температуре между 42 и 52°, *что совершенно не отражается на качестве наших наиболее тонких вин,* последние сохраняются так же хорошо, как если бы они были прогреты при температуре 75°.

Таким образом, в результате этой модификации способ, примененный впервые Аппером и до этого применявшийся лишь для вин низкого качества, приобрел более общее значение и мог применяться для хранения наиболее тонких вин.

Что сделала после этого г-н Пастер? Он постепенно снижал температуру и, в конце концов, с 75—65° он дошел до 55°, иначе говоря, он все более и более подтверждает наблюдения г-на де Верньетт-Ламотта, и если он снизит температуру еще на 3°, то он подтвердит их полностью.

Заслугу Пастера не следует преуменьшать, так как в науке подтверждение искусным экспериментатором имеющих большое значение, но еще сомнительных, данных, несмотря на то, что подобные наблюдения уже были сделаны другими, даже наиболее опытными экспериментаторами, является уже заслугой; но это не открытие, это лишь подтверждение, и в данных условиях это все, что было сделано г-ном Пастером.

Единственными изобретателями являются, следовательно, предшественники Аппера, которые впервые встретились с этими явлениями, Аппер доказавший с помощью точных опытов их достоверность и г-н де Верньетт-Ламотт, сделавший несколько полезных уточнений.

Что касается г-на Пастера, то в книге, достойной столь заслуженной им славы, в которой содержится большое количество оригинальных наблюдений, он дает лишь рациональную теорию этого метода. Но он не является изобретателем этого *практического способа,* как не будет изобретателем пахоты тот, кто предложит новую теорию плуга, сколь интересной она бы ни была».

Я немедленно протестовал перед Академией наук * против этого столь предвзятого и ошибочного сообщения. В дискуссии, последовавшей за этим, г-н Тенар ограничился утверждениями, которые я опроверг ** с помощью ссылок на оригинальные сообщения. В первые месяцы 1872 г. г-н Тенар, возможно против своего желания, снова возвратился к вопросу о притязаниях своего друга г-на де Верньетта. Он был вынужден выступить перед Академией благодаря искусному вмешательству г-на Фреми, принимавшего в это время участие в весьма затруднительной для него дискуссии, которую он сам поднял

[47] Три недели, а не два года, как говорит г-н Тенар, плохо знакомый с этим вопросом.

совершенно напрасно по поводу моего спора с Либихом о природе брожений. На этот раз притязания гг. Тенара и де Верньетта были рассмотрены с принципиальной точки зрения моим учителем г-ном Баляром с той беспристрастностью и точностью, которые являются отличительной чертой этого возвышенного ума. Г-н Баляр на заседании Академии от 26 февраля 1872 г. сделал следующее сообщение:

К вопросу об открытии метода хранения вин с помощью нагревания. Сообщение г-на Баляра (C. r. de l'Acad sci. 26/II 1872, t. 74, p. 561—569).

«На заседании от 29 января сего года наш коллега г-н Тенар * повторил по поводу хранения вин то, что он сообщил Академии уже в 1869 **, и снова утверждал, «что г-ну Пастеру принадлежит теоретическое обоснование этого метода, но данные, на которых основывается эта теория, установлены Аппером и г-ном де Верньетт-Ламоттом.

Уже на следующем заседании я хотел ответить и показать, что это открытие принадлежит в действительности лишь одному г-ну Пастеру, но моя работа в Академии заставляла меня переносить это выступление с одного заседания на другое до сегодняшнего дня. Я вовсе не жалею об этом запоздании, так как оно позволяет мне ответить одновременно как нашему коллеге г-ну Тенару, так и самому г-ну де Верньетту.

В первом издании своего руководства Аппер, не имея еще никаких непосредственных экспериментальных доказательств, высказал предположение, что прогревание должно облегчить экспорт вин. Позднее, в одном из последующих изданий (в пятом) своей книги, он пишет, как он попытался проверить достоверность своих предположений. Описав, каким образом он прогревал в водяной бане при 70° бутылки с вином, часть которых осталась в Гавре, а другая была сдана капитанам дальнего плавания, причем несколько бутылок хранилось в его подвалах в том виде, в каком они были получены из Бона, он добавляет:

«Я ждал более 2 лет возвращения моих бутылок. Из шести бутылок, которые мой доверитель отправил в длительное путешествие, лишь две вернулись из Сан-Доминго. Будучи очень заинтересован, как это легко представить себе, в результатах столь важного опыта, я поспешил отдать одну из этих бутылок на дегустацию опытному знатоку. Он сравнил это вино с вином двух других бутылок, а именно: с вином одной из бутылок, остававшихся в подвале моего представителя в Гавре, и которые он мне лишь недавно отправил обратно, а также с вином одной из бутылок, остававшихся в моем подвале. Результаты этого тройного сравнения оказались чрезвычайно интересны и позволили установить, что вино того же самого происхождения имело совершенно различные качества.

Вино из бутылки, хранившейся у меня и которая не подвергалась никакой обработке, имело весьма ясный привкус молодого вина; вино, вернувшееся из Гавра, сохранило свой аромат; но качество вина, возвратившегося из Сан-Доминго, было неизмеримо выше: ничто не могло сравниться с тонкостью его вкуса и его букетом. Тонкость его вкуса позволяла считать его на два года старше, чем вино из Гаври, и, по крайней мере, на три года старше, чем вино, хранившееся у меня. Через год я имел удовольствие повторить этот опыт с таким же успехом» *.

Из этих опытов следует сделать вывод, что Аппер, научившийся сохранять вино с помощью прогревания, смешивает два весьма различных понятия: улучшение качества вина и его сохраняемость. Действительно, вино отличается от других свежих питательных продуктов тем, что оно не подвергается неизбежной порче: чаще всего качества его при хранении улучшаются. Однако иногда вино претерпевает глубокие изменения, которые называются *болезнями вина.* Оно мутнеет, приобретает неприятный вкус и часто становится непригодным к употреблению. Сохранять вина — это значит предупреждать появление изменений, которым вина могут подвергаться. Однако ничто в опытах Аппера не доказывает, что прогревание оказывает подобное действие. Для доказательства этого было бы необходимо, чтобы вино, с которым был поставлен опыт, испортилось. Однако этого не произошло, и непрогретое вино сохранилось так же хорошо, как и вино, которое было прогрето. Таким образом, мы видим, насколько г.г. Фреми, Тенар и де Верньетт-Ламотт, повторяющие, что этим открытием мы обязаны Апперу, далеки от истины. Он доказал лишь, что под воздействием теплоты качество прогретых вин повышается — улучшение, которое после длительных перевозок становится еще более очевидным. Если мы напомним, что способ приготовления консервов распространился по всему свету, а для улучшения качества вин продолжали прибегать к перевозке его в Индию, то это указывает, что использование теплоты для хранения вина, в точном смысле слова, не получило распространения, несмотря на улучшенный способ прогревания, предложенный г-ном Жерве ** из Парижа, о работе которого нам снова напомнил доктор Барт.

Все же на основании работ, о которых я только что говорил, были сделаны отдельные попытки использовать прогревание вина. Однако от этого способа быстро отказались после того, как в 1850 г. г-н де Верньетт-Ламотт опубликовал свои опыты в статье, озаглавленной: «*Об экспорте бургундских вин в страны с жарким климатом*» ***. В это время г-н де Верньетт, как и большинство теоретиков виноделия, считал, что хорошая сохраняемость вина зависит от пропорции содержащихся в нем элементов: воды, спирта, таннина, винной кислоты и т. д. Натуральные вина, в которых между этими различными веществами существовала соответствующая пропорция, являлись нормальными винами и хорошо сохранялись.

В 1850 г. г-н де Верньетт лишь упоминает о прогревании вина.

«...Нельзя ли,— пишет он,— убедиться заранее в том, может ли вино выдержать все неблагоприятные воздействия, связанные с перевозкой его в страны с жарким климатом?

Несколько лет тому назад я сделал довольно важное наблюдение, которое в значительной степени способствует разрешению этого вопроса. Нередко в момент сбора винограда я был вынужден сохранять по методу Аппера виноградный сок, предназначенный для опытов, которые могли быть проведены лишь позднее. Я применил этот способ к винам различного качества.

В 1840 г. некоторое количество вина этого года было разлито по бутылкам непосредственно из бродильных чанов. После того как бутылки были закупорены, завязаны и выдержаны в водяной бане при температуре 70°, их снесли в подвал и о них забыли. В 1846 г. (после того как большинство вин 1840 г. подверглось заболеваниям, от которых многие из них окончательно испортились, так как виноград был поврежден градом) я случайно обнаружил несколько бутылок этого вина с сохранившимися на них этикетками. Я с огромным удовлетворением установил, что вино прекрасно сохранилось; у него появился лишь привкус уваренности, который обнаруживается и у вин после перевозки их в страны с жарким климатом. Из вина исчезло синее красящее вещество. Вино стало более сухим, казалось более старым, чем это должно было бы быть после шестилетней выдержки. Оно имело все особенности, которые мы отметили для вина № 1.

Мы повторили этот опыт с другими винами в момент разлива их по бутылками, и нам всегда удавалось, меняя температуру водяной бани от 50 до 75°, предохранить от последующей порчи *высококачественные вина, подвергнувшиеся этому испытанию*. Иные результаты были получены с винами, находящимися в сомнительном состоянии, не имеющими того нормального состава, без которого они не могут храниться. Эти вина не выдерживают подобного испытания. Мы увидим далее, какие практические выводы мы можем сделать из этих наблюдений».

Пусть читатель соизволит очень внимательно прочесть еще раз две последние фразы, к которым я вскоре вернусь, так как они имеют очень важное значение для этой дискуссии.

Указав на отрицательные стороны купажа, применяемого в Бордо, и подчеркнув еще раз необходимость не вносить в вино каких-либо посторонних веществ, г-н Верньетт делает следующий вывод, который, может быть, удивит Академию: «Поэтому мы нисколько не сомневаемся в том, что единственным средством, к которому мы должны прибегать в Бургундии при приготовлении высококачественных вин, предназначенных для экспорта, является концентрация их с помощью замораживания».

После описания способа замораживания, применение которого рекомендовалось еще старыми учеными-виноделами и который был очень тщательно изучен г-ном де Верньеттом, последний продолжает следующим образом.

«К тому же мы знаем, что перевозка вин в страны с жарким климатом оказывает на них такое же действие, как и прогревание в водяной бане или в печи в пределах температуры от 60 до 70°. Таким образом, если после того, как вина, предназначенные для экспорта, подверглись замораживанию и стали достаточно прозрачными для того, чтобы их можно было разлить по бутылкам, мы возьмем пробу вина и подвергнем ее действию теплоты, то мы сможем в случае, если вино выдержит это испытание, и учитывая то, что было сказано выше, сделать вывод, что эти вина выдержат и все неблагоприятные воздействия, связанные с наиболее длительной перевозкой...

Подводя итог, мы можем сказать, что, по нашему мнению, существует лишь единственный рациональный способ улучшения качества вин, предназначенных для дальних перевозок: это *концентрация их замораживанием.*

...Вина, побывавшие в странах с жарким климатом, приобретают все свойства вин, искусственно подвергнутых прогреванию в печи или в водяной бане в пределах температуры от 60 до 70°. *Если мы подвергнем вина, предназначенные для экспорта, этому испытанию и убедимся в том, что после прогревания они не испортились, то мы можем без всяких опасений экспортировать их; в противном случае лучше воздержаться».*

Мне кажется, что эти цитаты показывают с полной очевидностью, что в 1850 г. г-н де Верньетт не рассматривал прогревание как способ, улучшающий сохранность вина; наоборот, он считал, что прогревание оказывает неблагоприятное воздействие. Учитывая предрасположение вин к заболеваниям, нагревание вызывает окончательную гибель слабых вин и оказывается безрезультатным в случае стойких вин. Отсюда возникла идея, что прогревание можно использовать как средство, позволяющее определить, к какому из двух типов относится вино, подвергнувшееся замораживанию, и отличить вино, для которого эта предосторожность оказалась недостаточной, от вина, которое в процессе замораживания прибрело достаточную стойкость для того, чтобы его можно было экспортировать в страны с жарким климатом.

Утверждая, что вино, находящееся в сомнительном состоянии, *не сохраняется и не выдерживает этого испытания,* г-н де Верньетт, совершенно очевидно не мог рекомендовать применение способа, который приносит больше вреда, чем пользы.

Когда же в начале 1864 г. г-н Пастер установил, что вино портится в результате наличия и размножения микроскопических растительных организмов, г-н де Верньетт-Ламотт, сознавая важность нового направления, открытого нашим коллегой, поспешил, поздравляя его, ознакомить с обычными методами хранения вина в Бургундии. Заканчивая свое очень длинное письмо, он добавил:

«Вы видите, что все способы обработки подвергающихся опасности испортиться или уже испортившихся вин, которые я перечислил, являются эмпирическими. Они совершенно не учитывают истинной причины, вызывающей

заболевания вина. Иначе и быть не могло. Эти причины были открыты Вами, и позвольте мне сказать Вам, что Вы должны сделать для виноделов Франции работу о ферменте *прогоркания* столь же совершенную, как и работа, которую Вы опубликовали о спиртовом ферменте...

В чем мы нуждаемся в настоящее время, так это в рациональном обосновании всех наших мероприятий, которые необходимы для обработки вина в подвалах. После этого болезни вина исчезнут и Вы принесете Франции миллионы».

Для всех совершенно ясно, были ли эти фразы в письме крупного владельца виноградников, приготовляющего ценные сорта вин, лишь *обычным комплиментом,* как это говорит теперь г-н де Верньетт, или же искренним выражением чувств, возникших у него при мысли, что, если причины заболевания установлены, можно надеяться на открытие средств, предохраняющих вино от болезней.

4 апреля 1865 г. г-н Пастер, сообщил г-ну де Верньетту о результатах своих наблюдений, сделанных над винами, по поводу которых последний его консультировал. Установив, что все старые вина, которые ему были посланы, поражены заболеванием, и выразив свои сомнения по поводу состояния молодых вин, г-н Пастер добавил:

«Вот важная новость, которая Вам доставит удовольствие:

Я убежден, что мне удалось разработать практически очень простой и верный способ, позволяющий предохранять Ваши знаменитые вина от всех заболеваний. Вы сможете их хранить сколько захотите. Я хотел бы иметь по этому поводу подтверждение, основанное на Ваших самых непосредственных и тщательных наблюдениях. Вот в чем заключается услуга, которую я прошу Вас мне оказать, зная Вашу любезность и заинтересованность в разрешении проблемы, которая меня занимает.

Будьте любезны отправить мне вина различных сортов, отобранные среди наиболее легко портящихся бургундских вин... Я обработаю половину или три четверти бутылок моим способом и отправлю их Вам обратно с тщательно приклееной этикеткой, на которой будет находиться следующее указание: *это вино не испортится.*

Вы их положите рядом с одинаковым количеством бутылок того же вина и через 6 месяцев, через год, через 2 года... проведите сравнительную дегустацию этих вин... С моей стороны, я сохраню несколько бутылок в тех же самых условиях и с той же самой целью».

Г-н де Верньетт ответил 8 апреля:

«Я очень охотно соглашаюсь принять участие в Ваших опытах, посылая Вам вина с моих виноградников. Я хотел бы только быть поставлен в известность относительно следующего пункта.

Сможете ли Вы работать с винами, качество которых очень сходно с качествами вин № 12, 18, 21, 19?

Наши старые вина, *по-видимому, содержат ваш фермент,* но я выражаю надежду, что Вы ошиблись в отношении наших молодых вин».

11 апреля г-н Пастер ему ответил:

«Я спешу Вас поблагодарить и сообщить Вам, что я смогу работать с винами, качество которых очень сходно с качеством вин № 12, 18, 21, 19. Мой способ не может вылечить больные вина, но он позволяет приостановить развитие болезни, когда она началась, и полностью предохраняет вино от ее появления. Это не способ улучшения уже испорченных вин, а способ предохранения вина от заболевания. Примененный к уже более или менее испорченным винам, он приостанавливает развитие болезни. Если Вы мне пришлете вина № 12, 18, 21, 19, то я отправлю Вам их обратно в том же состоянии в каком они находились, скорее даже в несколько лучшем, чем в худшем. В этом состоянии они и останутся и более никогда не прогоркнут».

В тот же день в сообщении, опубликованном затем в «Comptes rendus», г-н Пастер кратко изложил результаты своих исследований, в то время уже почти законченных:

«Я установил, что болезни или спонтанная порча вин вызываются микроскопическими организмами, зародыши которых содержатся в вине до того, как оно поражается болезнью.

Вино не изменяется, если эти зародыши убиты. Простой и применимый на практике способ, приводящий к гибели этих зародышей, заключается в нагревании вина при температуре между 60 и 100°.

Я заявляю, что беру патент на применение этого способа. Он позволяет избежать любых побочных брожений, какова бы ни была их природа, и не изменяет качества вина» [48].

В сообщении, сделанном позднее в Академии, Пастер показал, что минимальная температура прогревания, обеспечивающая хорошую сохранность вина, может быть снижена до 50°.

Кто бы мог предположить, что г-н Верньетт, советуя г-ну Пастеру продолжать изучение этого вопроса, поддерживая с ним переписку, запрашивая его мнения о болезнях вин, которые он ему посылал, посещая его в лаборатории, научившись от него 15 февраля 1865 г. опознавать в микроскопе живые существа, вызывающие болезни вина, кто бы мог предположить, что г-н де Верньетт, ни слова никому об этом не говоря, сам занимается разрешением той же проблемы?

---

[48] Этот патент был взят г-ном Пастером после того, когда у него окончательно сложилось мнение по вопросу о хранении вин для того, чтобы оградить себя от действий недобросовестных промышленников. Он охотно передал его в общее пользование, и те, кто говорят с некоторым пренебрежением о подобном способе пользоваться открытием, имеющим промышленное значение, могут с тех пор применять его бесплатно *(Примечание Балара).*

Однако мы принуждены думать, что это действительно так и происходило; так как, без сомнения, будучи выбран членом-корреспондентом, он представил Академии не план исследований, но действительно установленные им факты в опубликованной им статье об улучшении и хранении вин с помощью прогревания. Он сделал это через три недели после первой заявки г-на Пастера, о которой еще ничего не было известно.

Отказываясь от способа замораживания и соглашаясь, по-видимому, с идеей, что причиной заболевания являются живые существа, которые г-н Пастер научил его опознавать, г-н де Верньетт также пытается убить их нагреванием; о применении им этого способа в 1850 г. я только что высказал свое мнение.

Способ г-на де Верньетта применим лишь к винам, разлитым по бутылкам, и заключается в следующем: «бутылки складывают и хранят на чердаке в течение июля и августа или же их выдерживают в течение двух месяцев в термостате, температура которого не превышает 50°. После этого бутылки с вином переносят в подвал, где и хранят в обычных условиях до отправки их потребителю».

Если бы г-н де Верньетт присутствовал на нашем заседании, то я спросил бы его, часто ли он применял свой способ на практике. Так как он отсутствует, то наш коллега г-н Тенар скажет нам, много ли в его подвалах имеется вина, выдержанного в течение двух месяцев в термостате и можно ли предположить, что на чердаках, покрытых черепицей и не имеющих окон, летом 1864 г. в Бургундии температура поднималась до 45 или 50°. Я хотел бы также узнать от него, что он думает о противоречивых утверждениях г-на де Верньетта и г-на Пастера по поводу улучшения качества вина в результате применения этого способа. Г-н де Верньетт уверяет, что его способ позволяет лучше сохранять вино и улучшает при этом его качество; г-н Пастер считает, что обязательным следствием применения этого способа будет ухудшение качества тонких бургундских вин. Но сравнительное изучение влияния температуры в 60°, примененной в течение очень короткого времени, или температуры, не превышающей 50°, воздействующей в течение двух месяцев, можно провести лишь опытным путем с помощью дегустаторов; вот единственное, по моему мнению, на что г-н де Верньетт может претендовать в вопросе сохранения вина с помощью нагревания.

Что касается практического применения этих двух способов, то, мне кажется, не может быть никаких колебаний в выборе между методом, который требует, чтобы вино было разлито по бутылкам, термостата, двухмесячного прогревания, и методом, который требует лишь одноминутного прогревания и может с очень незначительными затратами применяться к винам, хранящимся в громадных бочках, и который оказал уже значительные услуги сельскому хозяйству и торговле вином.

Можно было бы предполагать, что в результате дискуссий 1865 г. вопрос, который я стараюсь разрешить, был уже совершенно ясен для всех. Таково

было и мнение жюри по разделу сельского хозяйства выставки 1867 г., присудившего г-ну Пастеру большую медаль за его способ хранения вин. Но в 1869 г., после краткого выступления нашего коллеги маршала Вайяна на заседании Генерального совета департамента Кот-д'Ор о преимуществах способа Пастера, наш коллега г-н Тенар снова поднял этот спор, утверждая, что приоритет в этом вопросе принадлежит г-ну Верньетт-Ламотту.

Г-н Пастер, уезжая в Триест *, думал, что дискуссия окончена; однако это оказалось не так. Она продолжалась во время его отсутствия, и лишь совсем недавно он ознакомился с сообщением, сделанным в Академии г-ном Верньетт-Ламоттом 22 ноября 1869 г. **.

В этом сообщении, как и в сообщении, опубликованном в предыдущем номере «C. r. de l'Acad. sci.», а равно и во всех других, г-н де Верньетт приводит лишь один аргумент: он цитирует отрывок, касающийся прогревания вина, из своей работы, опубликованной в 1850 г. Он приводит всегда лишь отдельные фразы, но никогда не цитирует сообщение полностью. Например, в сообщении 1869 г., напоминая о том, что было опубликовано им в 1850 г. «за пятнадцать лет до первых работ г-на Пастера о прогревании», он ограничивается приведением лишь одной следующей фразы:

«Мы повторили этот опыт с другими винами в момент разлива их по бутылкам, и нам всегда удавалось, меняя температуру водяной бани от 50 до 75°, предохранить от последующей порчи высококачественные вина, подвергнувшиеся этим испытаниям.

Я надеюсь, что Академия согласится с тем, что эта столь ясная цитата защищает от всех нападок, которые были направлены против меня».

Я не думаю, что Академия может согласиться с ним. Его цитата совершенно ясна в отношении того, что в ней содержится, но она недостаточна. Для этого необходимо было бы добавить следующую фразу:

«Иные результаты были получены с винами, находящимися в сомнительном состоянии, не имеющими того нормального состава, без которого они не могут храниться. Эти вина не выдерживают подобного испытания и т. д.»

И что же, в противоположность этому утверждению г-на де Верньетта, открытие г-на Пастера заключается в том, что все вина могут подвергаться воздействию теплоты и при этом не портиться и что прогревание в течение одной минуты обеспечивает хорошую сохраняемость любого вина. Вина наиболее слабые, наиболее предрасположенные к скисанию, к ожирению, к прогорканию, гарантируются после этого от изменений, которым они могли бы подвергнуться. Благодаря прогреванию рабочий или крестьянин, уделяющий столь мало внимания уходу за вином, может почти без всяких опасений оставить его в неполных сосудах, причем вино сохраняет свои качества здорового и приятного напитка.

Следовательно, г-н Пастер имеет не только те небольшие заслуги, которые г-н Тенар оставляет ему. В действительности он является изобретателем

и убежденным пропагандистом метода хранения вин с помощью нагревания. Если наша страна будет богатеть благодаря этим практическим мероприятиям, в результате увеличения экспорта наших обычных наиболее легко портящихся, наиболее дешевых вин, могущих найти потребление у различных народов, которые не занимаются культурой винограда, то все это должно быть с полным правом признано заслугой г-на Пастера.

Заканчивая, я прошу у Академии извинить меня за столь длинное сообщение[49]. Я надеюсь, что Академия вспомнит, что участие в этой дискуссии о приоритете, начавшейся с первых же дней обсуждения этих важных вопросов, которые нас занимают, я принял не по своему личному желанию. На первый взгляд эта дискуссия могла показаться случайной и не представляющей большого интереса для науки. Однако она очень тесно связана с самим существом обсуждаемого нами вопроса, потому что болезни вина являются истинными брожениями, открытыми г-ном Пастером, о них то в настоящее время и идет речь. Будучи вынужден заняться этим вопросом, я считал необходимым добиться полного его разрешения и постарался сделать это с наибольшей четкостью для того, чтобы эта дискуссия не могла снова возобновиться в наших «Comptes rendus», в которых она уже занимала временами слишком много места.

Сообщение, которое я сделал, имеет своей основной целью изложение фактов. Совершенно очевидно, что мои убеждения основаны на них. Однако у меня мало надежды, что те, кто уже в течение длительного времени придерживался противоположного мнения разделят мои убеждения. Если они считают возможным продолжать этот спор, то я не последую за ними. Что касается меня, то я считаю эту дискуссию законченной и попрошу вновь слова по этому вопросу лишь в том случае, если будут оспаривать достоверность документов, на которые я ссылаюсь, и фактов, на которых я основываюсь».

Несмотря на это, очень хорошо аргументированное и строгое выступление, г.г. Тенар * и де Верньетт ** продолжали настаивать на своем, не приводя оригинальных текстов. Они занялись рассуждениями о способе замораживания вин, который не играл никакой роли в этой дискуссии.

«Опыты Аппера не вызывают ни малейшего сомнения,— пишет г-н Тенар.— *Он взял бутылки с вином, часть из них прогрел, другие оставил в том виде в каком они были... По возвращении непрогретые вина* (оставшиеся во Франции, а не отправленные одновременно с

---

[49] Продолжение, которое следует, было написано сначала в виде отдельной заметки и не было зачитано в Академии *(Примечание Балара).*

прогретыми бутылками, как это ошибочно утверждает г-н Тенар) *были более или менее испорчены; другие же совершенно не изменились»* *. Это ошибка. Качество прогретых вин улучшилось, говорит Аппер, а непрогретые вина не испортились; они сохранили привкус молодого вина, но не подверглись никаким заболеваниям. Следовательно, своим опытом Аппер не мог доказать эффективность прогревания в борьбе с развитием болезней вин. Это как раз признал и сам г-н де Верньетт: «Г-н Пастер,— пишет он,— сделал весьма правильное замечание по поводу того, что указания Аппера были недостаточны, потому что он нигде не говорит подверглись или не подверглись заболеваниям вина такого же качества, которые не были прогреты» (Де Верньетт. Le vin. 2-e edit., 1869, p. 255).

Продолжим рассмотрение сообщения г-на Тенара в свете критики г-на Баляра. *«15 или 16 лет тому назад,*— говорит г-н Тенар,— *г-н де Верньетт-Ламотт, повторяя опыты Аппера, но работая с очень тонкими винами, установил, что если бургундские вина, прогретые при 75°, впоследствии не портятся, то само действие прогревания превращает их в столь сухие и грубые вина, что вкус их начинает напоминать вкус некоторых вин южных районов Франции, и они теряют свои драгоценные качества: тонкость вкуса и букета. Таким образом, несмотря на очень хорошую сохраняемость вина, он ограничил применение своего метода лишь обычными винами, которые предназначены храниться в очень неблагоприятных условиях, а иногда, в редких случаях, также и некоторыми белыми винами хорошего качества»*

Ничего подобного в работе г-на де Верньетта, появившейся в 1850 г., не содержится. Это единственная работа, опубликованная им до моих исследований, в которой он пишет о прогревании вина. Нигде он не говорит, что применение метода Аппера должно ограничиваться обычными винами. Г-н де Верньетт в этой работе делит вина на два типа: 1) совершенно здоровые вина, сохраняющиеся в естественных условиях без какой-либо предварительной обработки; 2) вина, находящиеся в сомнительном состоянии, не имеющие того нормального состава, без которого они не могут храниться. Прогревание, говорит г-н де Верньетт, не ухудшает качества вин первого типа, тогда как

наоборот, все другие вина не выдерживают этого испытания. Вина первого типа не представляют интереса, потому что они сохраняются в обычных условиях; вторые, согласно его данным, при нагревании немедленно портятся; следовательно, по г-ну де Верньетту, такого сорта вина, к которому можно было бы применить прогревание с целью его хранения, не существует. Поэтому статья, о которой я говорю, заканчивается следующими словами: Подводя итог, мы можем сказать, что, по нашему мнению, существует лишь единственный рациональный способ улучшения качества вин, предназначенных для дальних перевозок: это концентрация их замораживанием. Что касается опытов г-на де Верньетта с белыми винами, то они в точности повторяют опыты Аппера. Однако следует подчеркнуть, что г-н де Верньетт, превозносящий в настоящее время Аппера, с целью преуменьшения значения моих работ, в 1850 г. цитировал Аппера лишь для того, чтобы его обобрать, потому что он ограничился следующим замечанием: *я применил к вину способ, который Аппер применил к сокам.*

К тому же ученый защитник г-на де Верньетта не постарался в достаточной степени согласовать свои действия с действиями своего клиента, так как в сообщении, представленном в Академию 12 марта 1866 г., г-н де Верньетт пишет следующее:

«Посмотрим в первую очередь, что происходит с винами, которые были обработаны по способу Аппера... Большинство столовых второсортных вин не выдерживает, с точки зрения винодельческой науки, подобной обработки; они становятся сухими, слишком быстро стареют и теряют свою окраску.

Но качество всех без исключения обычных вин третьего сорта, обработанных по способу Аппера, сильно ухудшается, настолько они обесцвечиваются, становятся сухими и кислыми»*.

В то же время Тенар пишет относительно г-на де Верньетта: *«Он ограничил применение своего метода лишь обычными винами, которые предназначены храниться в очень неблагоприятных условиях»* — как раз противоположное тому, что утверждает г-н де Верньетт.

Г-н Тенар указывает далее: *«Таково было состояние вопроса, когда, приблизительно 4 года тому назад, г-н Пастер взял патент на хранение вин с помощью предварительного прогревания их при температуре между 65 и 75°; но менее чем через два года после этого (следует читать: три недели), г-н де Верньетт, не зная о патенте Пастера, который еще не был опубликован, представил Академии наук статью, в которой он указывал, что после предварительного прогревания при температуре между 42 и 52°, что совершенно не портит качество наших наиболее тонких вин, последние сохраняются также хорошо, как если бы они были прогреты при температуре 75°»* *.

Все эти утверждения ошибочны и неполны. С одной стороны, работа, на которую ссылается г-н Тенар, была представлена три недели спустя после первого изложения моих результатов 11 апреля 1865 г. Следовательно она никак не могла опередить мое сообщение. С другой стороны, вот точный текст конца доклада г-на де Верньетта, который он сделал первого мая 1865 года:

«При отсутствии термостата... разлив вина по бутылкам производят в июле. Для этого отбирают вина не моложе 2-х лет и при условии, что бочки, содержащие эти вина, хранились до этого момента в подвале. Бутылки следует закупоривать не с помощью шила, а механическим пробочником. После разлива вина бутылки приносят и складывают на чердаке. Там их оставляют в течение двух месяцев, а затем переносят в погреб и хранят в обычных условиях до момента отправки их потребителю» **.

Г-н де Верньет советует, в случае отсутствия термостата с температурой 50°, использовать чердаки. Это новая грубая ошибка, так как летом, в особенности в Бургундии, температура между бутылками, хранящимися на чердаках, никогда не достигает ни 50, ни даже 40°.

Почему г-н Тенар забыл добавить, что г-н де Верньетт прогревает вина в течение двух месяцев на чердаке или в термостате при температуре 50°? Я прогреваю их при 60° очень недолго, например в течение одной минуты. Таким образом, не являются ли эти два способа совершенно различными, уже не говоря о том, что мой способ был опубликован раньше? Более того, мой способ весьма надежен

и его очень легко применить на практике; он обеспечивает не только сохранность как наиболее тонких, так и самых простых вин, но кроме того, он не задерживает их созревания и улучшения качества в наиболее благоприятных для этого условиях. Я заявляю, что наоборот все вина без исключения сильно пострадают от хранения их в течение двух месяцев в термостате с температурой от 42 до 52°. Этот способ никогда систематически не применялся для хранения тонких бургундских вин ни г-ном де Верньеттом, ни кем бы то ни было. Применение этого способа привело бы к полному исчезновению наиболее ценных качеств у этих вин и вызвало бы появление заболеваний у большинства из них.

Вот последняя цитата из сообщения г-на Тенара: *«Что сделал после этого г-н Пастер? Он постепенно снижал температуру и, в конце концов, с 75—65° он дошел до 55°, иначе говоря, он все более и более подтверждает наблюдения г-на де Верньетт-Ламотта, и если он снизит температуру еще на три градуса, то он подтвердит их полностью».*

Все эти утверждения ошибочны. Кратковременное прогревание при температуре не менее 60°, как я первый это установил, хорошо выдерживают как тонкие, так и обычные вина, за исключением мало бродивших, содержащих большое количество сахара вин. Лишь из чисто научной любознательности я испытал более низкие температуры, а именно между 55 и 60°. Действительно я установил, что прогревание при температуре 55° уже достаточно, но лишь при условии, что бутылки находятся в горизонтальном положении. При этой температуре зародыши *mycoderma aceti* полностью не погибают, но я повторяю, что прогревание вина при 50° в течение двух месяцев даст самые плачевные результаты.

Однако подобное прогревание и составляет сущность способа г-на де Верньетта, приоритет которого принадлежит лишь ему одному.

В заключение мы можем сказать, что ни одно из утверждений, содержащихся в сообщении г-на Тенара и воспроизведенных с большей или меньшей точностью г-ном де Верньеттом, не оказалось достоверным.

СООБЩЕНИЕ ПО ПОВОДУ СТАТЬИ г-на ЛИБИХА, ПОСВЯЩЕННОЙ БРОЖЕНИЯМ

В 1870 (1869) * г. г-н Либих опубликовал большую статью о брожениях, перевод которой появился в «Annales de chimie et de physique» **. На первый взгляд в ней содержится очень серьезная критика некоторых из моих исследований по этому вопросу.

Работа ученого-химика из Мюнхена сделана очень тщательно, полна очень искусных возражений и рассуждений. Автор сообщает нам, что прежде чем опубликовать ее он размышлял над этим вопросом почти десять лет. Если бы в свою очередь я захотел подвергнуть подробному критическому разбору статью Либиха, то мне бы пришлось проследить шаг за шагом его работу и написать почти столь же длинную статью. Я не располагаю для этого временем; и если сегодня я хочу оставить в стороне все второстепенные вопросы этой проблемы, то поспешу отметить, что делаю это лишь для того, чтобы сразу же обратиться к двум основным возражениям немецкого химика, в которых сосредоточены все его возражения и которые к тому же представляют сущность нашего спора.

В первом из двух возражений г-н Либих категорически отрицает, что мне удалось получить пивные дрожжи и вызвать спиртовое брожение в минеральной среде с сахаром, которую я засеял очень маленьким количеством дрожжей. Действительно как раз в этом случае мы и сможем установить истину и выявить ошибки. Как известно, по мнению г-на Либиха, брожение, если я могу так выразиться, связано со смертью. Любые вещества, и в особенности вещества, получившие название *белков:* альбумин, фибрин, казеин и т. д., или же органические жидкости, которые их содержат,— молоко, кровь, моча и т. д. обладают свойством под воздействием воздуха вызывать движение молекул сбраживаемого вещества. Последние в результате этого рас-

падаются на новые соединения, ничего не заимствуя от вышеуказанных веществ и ничего не отдавая им из своих собственных материалов. Наоборот, по моему мнению, все брожения, в точном смысле этого слова, связаны с жизнью, и мне кажется, что я установил и привел неопровержимые доказательства того, что вещество, которое может быть сброжено, никогда не бродит без того, чтобы между ним и живыми клетками, которые растут или размножаются, ассимилируя при этом часть этого сбраживаемого вещества, не происходило беспрерывного обмена. Доктрина Либиха пользовалась большим успехом в то время, когда я доказал, что, во-первых, во всех истинных брожениях непременно обнаруживаются специфические организмы и что в тех случаях, когда считали, что имеют дело лишь с мертвой белковой материей, существует жизнь, связанная с брожением. Жизнь и брожение начинаются и кончаются в одно и то же время. С другой стороны, я установил, что все эти брожения невозможны даже при свободном контакте с воздухом, если при этом из воздуха не могут попасть в сбраживаемую жидкость организованные зародыши, беспрерывно переносимые воздухом над поверхностью земли[1]. Вот еще один факт, который я установил совершенно точно: легко сбраживаемые жидкости, брожение которых стало невозможным из-за отсутствия зародышей, находящихся во взвешенном состоянии в воздухе, тем не менее окисляются и претерпевают значительные химические изменения при контакте с очищенным воздухом. Эти столь убедительные факты все же окончательно не рассеяли сомнений в некоторых пре-

[1] Академии может быть будет интересно взглянуть на открытый сосуд, в котором с 24 июня 1864 г. содержится настой свежего сена; на этикетке сосуда имеется подпись одного из членов Академии (г-н Баляр). Жидкость осталась совершенно прозрачной, в ней не заметно никаких следов брожения или гниения. Это объясняется только тем, что горло сосуда было изогнуто и выходное отверстие его расположено таким образом, чтобы пыль, находящаяся во взвешенном состоянии в воздухе, не могла попасть в жидкость. Пыль осела на внешней стенке сосуда, но она не могла достигнуть жидкости. При замене настоя сена любой сбраживающейся смесью будут получены такие же результаты; но если в жидкость внести немного пыли, которая покрывает внешнюю стенку сосуда, то через несколько дней жидкость испортится. В ней всегда начинаются различные брожения, вызванные живыми клетками, возникшими из зародышей, которые попали вместе с пылью.

дубежденных умах, так как нет ничего более хитроумного, чем аргументации отмирающей теории.

Тогда я приготовил сбраживаемые среды, в которых содержалось только три рода веществ: вещество, которое могло сбраживаться, минеральные соли, подобранные надлежащим образом, и зародыши фермента. Так, например, я установил, что ферментом молочнокислого кальция является вибрион. Поэтому, в раствор кристаллического очень чистого молочнокислого кальция я добавил фосфорнокислые соли аммония, магния и калия, маленькие количества сернокислого аммония и наконец зародыши вибриона или же вполне сформировавшийся вибрион. Через несколько дней лактат полностью исчез и образовалось громадное количество новых вибрионов. До тех пор пока в среде имелся молочнокислый кальций, вибрионы размножались и оставались очень подвижными. Когда же весь лактат разрушился, то вибрионы падали подобно трупам на дно сосуда. Аналогичные явления наблюдаются и при других брожениях, у любых дрожжей, вызывающих эти брожения, в частности, у пивных дрожжей, с которыми я начинал эту серию исследований. Однако, как я уже подробно объяснил в своей сводной статье, опыт с пивными дрожжами представляет значительно большие трудности. Необходимо засевать большое количество сосудов потому, что в некоторых из них могут появиться другие организмы и помешать развитию посеянных дрожжей. Некоторые инфузории, дрожжи молочнокислого брожения, различные плесени также находят в минеральной среде подходящие питательные вещества для их жизнедеятельности и могут вызвать более или менее полную задержку размножения спиртового фермента. Эти трудности, которые г-н Либих не смог устранить, и остановили его. Но каким образом г. Либих не заметил, что эти препятствия сами по себе являются новым доказательством истины, достоверность которой он оспаривает? Разве образование дрожжей молочнокислого брожения в минеральной среде, содержащей сахар, с общей точки зрения, не имеет того же самого значения, что и образование пивных дрожжей? Без сомнения минеральная среда, примененная мною в этих опытах, не позволяет получить пышного развития пивных дрожжей, сравнимого в какой-либо степени с интенсивностью развития дрожжей при

посеве в пивное сусло или в воду с сахаром, к которой добавили белковые вещества, но я вовсе не собирался, как этого хотелось бы г. Либиху, предлагать практический способ промышленного приготовления больших количеств пивных дрожжей. Я далек от мысли, что меня обязательно постигла бы неудача в этих попытках, если бы я их предпринял, в особенности после опубликования прекрасной работы г-на Ролена о питании плесеней *. Одним словом, я продолжаю утверждать, что мой опыт совершенно достоверен.

Теперь я перехожу ко второму возражению г-на Либиха. Оно касается уксуснокислого брожения.

Академия, без сомнения, помнит, что я первый создал теорию, дающую вполне удовлетворительное объяснение образованию уксусной кислоты, и что результатом моей работы явился новый промышленный способ приготовления уксуса, получивший в настоящее время широкое применение. Его преимущества весьма значительны как в отношении быстроты, так и экономичности. Общество Поощрения Национальной Промышленности недавно присудило даже одну из своих премий промышленнику, который создал первую фабрику для производства уксуса этим способом. Принцип этого метода очень прост: превращение вина в уксус происходит всегда под влиянием пленки *mycoderma aceti,* которая развилась на поверхности вина. По моему мнению в любой стране не существует капли спонтанно прокисшего при соприкосновении с воздухом вина, без того, чтобы в нем предварительно не появилась *mycoderma aceti.*

Эти маленькие микроскопические растения обладают свойством подобно губчатой платине и шарикам крови конденсировать кислород воздуха и перенесть его на находящиеся под ними вещества. Кроме того я считаю, что мне удалось доказать, что в способе приготовления уксуса, получившем название *немецкого способа,* деревянные стружки или куски угля, находящиеся в чанах для приготовления уксуса, являются лишь опорой для *mycoderma aceti* и что они вовсе не принимают участия в химическом процессе благодаря их пористости, как это предполагали до опубликования моей работы.

Г-н Либих категорически отрицает достоверность этих утверждений. «С разведенным спиртом, которым пользуются при быстром

способе приготовления уксуса,— говорит г-н Либих,— исключаются все питательные элементы для *mycoderma,* и уксус образуется без их участия» *. Кроме того г-н Либих сообщает нам, что он узнал от г-на Римершмида, хозяина одной из наиболее крупных и наиболее хорошо работающих фабрик уксусной кислоты в Германии, что на этой фабрике к разведенному спирту в течение всего процесса его превращения не добавляют никаких посторонних веществ, что, следовательно, за исключением воздуха и поверхности дерева или угля ничто не может воздействовать на спирт и что г-н Римершмид не верит в наличие *mycoderma aceti.* Наконец г-н Либих не обнаружил никаких следов микодермы на деревянных стружках, которые применялись в течение дварцати пяти лет на вышеупомянутой фабрике.

Вот аргументация, которая несомненно может показаться вполне убедительной; действительно невозможно понять каким образом возникают растения, по-моему мнению, обязательно содержащие минеральные элементы, за счет веществ, не содержащих этих элементов, как утверждает г-н Либих. Уже в первой части своей работы, в дискуссии, посвященной пивным дрожжам, г-н Либих утверждает, что я хочу получить пивные дрожжи, содержащие серу, без наличия соединений, в которые входил бы этот химический элемент. И в том и другом случаях г-н Либих ошибается: зола дрожжей, которую я использую для приготовления минеральной среды, содержит сульфаты, а что касается разведенного спирта, о котором упоминает г-н Либих, то удивительно как он не заметил, что спирт разводится обычной водой, в которой имеются все необходимые минеральные элементы для жизни *mycoderma aceti?*

Поэтому я продолжаю утверждать, что мои опыты по уксуснокислому брожению строго достоверны. Но как убедить в этом публику? Как выйти из затруднений, возникающих в результате этих противоречивых, одинаково заслуживающих внимания утверждений? Вот средство, которое я предлагаю г-ну Либиху. Он будет настолько любезен, что выберет одного или нескольких членов Академии и попросит их быть судьями в нашем споре. В их присутствии с веществами, которые г-н Либих может доставить мне сам, я воспроизведу два основных опыта, достоверность которых г-н Либих оспаривает. Я

получу на минеральной среде такое количество пивных дрожжей, какое г-н Либих сочтет возможным потребовать, однако при условии, что он сможет взять на себя расходы по проведению этих опытов. Если бы он пожелал, то я, конечно, на тех же условиях мог бы приготовить несколько килограммов массы вибрионов, весь углерод, весь азот, вся сера, весь фосфор, все жиры, клетчатка и другие соединения которых образовались бы исключительно за счет среды, содержащей минеральные кристаллизующиеся соединения и сбраживаемое органическое вещество. Что касается наличия *mycoderma aceti* на буковых стружках, то я предлагаю г-ну Либиху взять несколько деревянных стружек на вышеупомянутой мюнхенской фабрике, быстро высушить их в термостате и отправить в таком виде в Париж в комиссию, о которой идет речь. Я обязуюсь доказать ее членам наличие микодермы на поверхности этих стружек.

Может быть существует даже еще более простой способ убедить г-на Либиха в достоверности последнего пункта. Что касается меня, то я никогда не производил этого опыта, но свойством верных теорий является то, что они позволяют делать логические выводы, достоверность которых можно утверждать à priori. Пусть г-н Либих попросит г-на Римершмида разрешить ему наполнить один из его чанов, находящихся в действии в течение длительного времени и который позволяет, как он нам сообщает, ежедневно получать уксусную кислоту в количестве, эквивалентном трем литрам абсолютного спирта, разрешить ему, говорю я, наполнить этот чан кипятком не более чем на полчаса; затем, слив воду, снова пустить чан под производство уксуса.

Согласно теории г-на Либиха, чан должен функционировать как и прежде, тогда как я утверждаю, что уксус в нем больше образовываться не будет, по крайней мере в течение длительного времени, иначе говоря до тех пор пока на поверхности стружек снова не образуется микодерма. Кипяток убил бы грибы, ранее находившиеся на стружках.

Г-н Президент предлагает, чтобы Академия взяла на себя расходы, связанные с опытами, которые будет необходимо поставить для разрешения вопросов, возникших в результате этой дискуссии. Академия принимает предложение Президента *. (Примечание в «Comptes rendus».)

ДИСКУССИЯ С гг. ФРЕМИ И ТРЕКЮЛЕМ О ПРИРОДЕ И ПРОИСХОЖДЕНИИ ФЕРМЕНТОВ*

О ПРИРОДЕ И ПРОИСХОЖДЕНИИ ФЕРМЕНТОВ

Ответ на сообщение г-на Фреми, опубликованное в последнем номере «Comptes rendus»

Сообщение г-на Фреми ** делится на две весьма различные части. Одну из них, пользуясь выражением г-на Фреми, можно назвать *более или менее драматической;* эта часть занимает почти полностью все сообщение нашего коллеги, но в ней нет ничего научного и о ней я говорить не буду. Я обойду молчанием *протест против* столь верных *высказываний г-на Баляра*, вызвавших у г-на Фреми *горькое удивление,* преподнесенное нам открытие, *что экспериментальная наука должна еще осветить ярким светом происхождение и роль ферментов,* призыв, адресованный ученым, изучающим брожения, *не терять бодрости, продолжать и углублять свои исследования*, а также это странное заявление, которое г-н Фреми доводит до их сведения через «Comptes rendus», *что они всегда найдут в Академии сочувствие к их работе и независимые мнения для выявления важности этих работ.* Все это является в известной степени бутафорией, которая не заслуживает того, чтобы на ней задерживать наше внимание. Я обращусь непосредственно к положениям г-на Фреми, касающимся сущности спора.

Г-н Фреми начинает с заявления, что он не хочет говорить о происхождении плесени, но занимается лишь происхождением ферментов и их роли: пусть будет так. По правде говоря, г-н Фреми не дает никакого серьезного обоснования своему предпочтению и что касается меня, то я не хочу извлечь выгоду из всего того, что мне предоставляет это вынужденное умолчание. Г-н Фреми увидит вскоре, чего стоят подобные недомолвки, когда они не имеют под собою никаких оснований.

Согласно уже много раз выраженному пожеланию г-на Фреми, я буду говорить лишь о ферментах и, для того чтобы ограничить круг вопросов, лишь о брожении, на которое чаще всего ссылается г-н Фреми, а именно, о спиртовом брожении виноградного сока. Г-н Фреми выражается следующим образом (заседание 18 декабря):

«Говоря в данном случае лишь о спиртовом брожении, я придерживаюсь мнения, что при образовании вина сам сок фруктов, находясь в контакте с воздухом, вследствие превращения белковых веществ порождает зерна дрожжей, тогда как г-н Пастер считает, что зерна дрожжей образуются из зародышей» *.

В своем сообщении в последнем номере «Comptes rendus» г-н Фреми несколько уточняет свою мысль и говорит, что «зерна дрожжей являются настоящими клетками, образующимися под влиянием самого организма, как и все организованные клетки, как пыльца растений, как споры грибов и т. д., они не происходят из зародышей, находящихся в атмосфере, хотя для их развития необходимо наличие воздуха».

Таковы положения г-на Фреми,— гипотезы, как мы видим, совершенно необоснованные. Нигде г-н Фреми не приводит ни малейших доказательств в защиту своих мнений; в его выражениях существует даже некоторая неуверенность. Так, мы видим из двух предыдущих цитат, что по мнению г-на Фреми белковое вещество превращается непосредственно в дрожжи (первая цитата), или же что клетки дрожжей образуются под влиянием самого организма (вторая цитата). Так как чрезвычайно важно избегать неточности в выражениях, то я в свою очередь хочу поставить вопрос.

Если клетки дрожжей образуются из сока винограда после того, как он был выставлен на воздух, а не из зародышей, которые находятся во взвешенном состоянии в воздухе или на поверхности ягод винограда, что является моим мнением, то согласно гипотезе г-на Фреми необходимо, чтобы при раздавливании ягод винограда в контакте с воздухом, лишенным каких-либо зародышей, необходимо, говорю я, чтобы масса раздавленных ягод бродила или, по крайней мере, давала начало организованным существам. Так ли думает г-н Фреми? Что касается меня, то я даже не считаю полезным уточнять, что,

по-моему мнению, в указанных условиях брожение и образование организмов невозможно. Прежде чем идти далее, я жду решения г-на Фреми. Так как г-н Фреми не желает мне ответить немедленно, то я добавлю, что опыт, о котором я говорил, уже сделан и дал ожидаемые результаты.

Мой ответ на сообщение г-на Фреми мог бы ограничиться этим решающим опровержением его гипотезы, так как если нашему ученому коллеге при наличии опыта, о котором я упоминал, более невозможно придерживаться его точки зрения, то не является ли теория зародышей наиболее достоверной для объяснения происхождения микроскопических существ, потому что в настоящее время г-н Фреми не отрицает и не сможет отрицать существования организованных зародышей, находящихся во взвешенном состоянии в воздухе или на поверхности предметов? Но я пойду далее. Я возьму с кожицы ягоды винограда или из воздуха организованные зародыши дрожжей, положу их под микроскоп в виноградный сок для того, чтобы установить, каким образом они превращаются в виноградные спиртовые дрожжи. В настоящее время нет ничего проще, и я могу добавить, что я это сделал и опубликовал в 1862 г. и что мой ученик и друг г-н Дюкло в 1863 г. сделал с большим успехом то же самое для очень большого количества зародышей, находящихся во взвешенном состоянии в атмосфере *. Однако у меня оставались некоторые сомнения. Были ли действительно клетки, размножение которых я наблюдал, настоящими пивными дрожжами, подобными тем, которые некогда применил Лавуазье в своих памятных опытах? Мои сомнения были обоснованы. В настоящее время я знаю с полной достоверностью, что в бродящем виноградном соке не содержится ни одной клетки пивных дрожжей в точном смысле этого слова.

Я могу доказать с точностью четыре следующих положения:

1. Зародышем виноградных дрожжей является зародыш *tycoderma vini*.

2. Виноградные дрожжи отличаются от пивных дрожжей, в точном смысле этого слова (с которыми работали Лавуазье, Гей-Люссак, Тенар, Каньяр де Лятур), настолько, что в чанах с виноградным суслом нельзя обнаружить ни одной клетки пивных дрожжей.

3. Виноградные дрожжи идентичны пивным дрожжам нижнего брожения так называемого *немецкого* пива.

4. Зародыш *mycoderma vini* является одним из наиболее распространенных зародышей в атмосфере, в особенности весной и летом. Эта микодерма имеет два чрезвычайно различных образа жизни: плесень поглощает кислород воздуха, использует его для ассимиляции питательных веществ и выделяет в виде углекислоты; фермент развивается в отсутствие воздуха и превращается в виноградные спиртовые дрожжи.

Попутно отмечу, что г-н Фреми, не желавший касаться вопроса о плесенях, вынужден вернуться к нему из-за меня или вернее благодаря силе фактов, о которые разбивается наше слабое разумение.

Нуждаюсь ли я, таким образом, в новом опыте с натуральным виноградным соком, о котором я только что говорил, для подтверждения точности моих предыдущих работ и выводов, сделанных мною из них? Ни в коем случае; так как такой же точно опыт я провел в 1863 г. с кровью и мочой — жидкостями наиболее легко сбраживаемыми и наиболее подходящими для питания некоторых микроскопических организмов. Вот сосуд, в который я ввел вместе с чистым воздухом, не содержащим зародышей, кровь, взятую непосредственно от вполне здоровой собаки. Это было 3 марта 1863 г. Однако кровь не загнила и никаких микроскопических организмов в ней не образовалось.

Ни г-н Фреми, ни г-н Трекюль, по-видимому, не знакомы с моими наблюдениями 1862 и 1863 г., о которых я сейчас напомнил.

НОВЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО ПОВОДУ СООБЩЕНИЙ Г-НА ФРЕМИ

Согласно принятым мною обязательствам, я кратко изложу то, что я думаю об опытах г-на Фреми, доложенных на заседании 5 февраля сего года *.

Прежде всего я отмечу, что шесть опытов из восьми проводились в контакте с обычным воздухом без малейшей попытки со стороны нашего коллеги уничтожить или удалить пыль, находящуюся во

взвешенном состоянии в воздухе или осевшую на поверхности стенок сосудов и продуктов, которыми он пользовался. Таким образом, я не могу рассматривать эти шесть опытов как доказательство моего мнения, так как указанные экспериментальные условия слишком отличаются от точных и убедительных. Но я во всяком случае могу их рассматривать как опыты, которые не могут служить каким-либо опровержением результатов моих исследований.

Поэтому мои критические замечания по поводу этих опытов будут очень краткими, причем я буду ссылаться как на доклад г-на Фреми, так и на его исправленное сообщение в том виде, в каком оно появилось в «Comptes rendus».

Первый опыт г-на Фреми.— «Основная цель этих опытов,— говорит г-н Фреми,— состояла в том, чтобы установить, что дрожжи выходят из зерен ячменя. Я положил во флакон 100 г проросшего ячменя, многократно промыл ячмень дистиллированной водой и залил его раствором сахара; флакон выдерживался при температуре 25°».

Вот собственные слова г-на Фреми: «Видно, как каждое зерно дрожжей выходит из ячменя». Каким же образом г-н Фреми мог сделать столь удивительное наблюдение? Невооруженным глазом или под микроскопом увидел он то, что описывает? Он не дает по этому поводу никаких объяснений; но мне будет достаточно напомнить Академии, что в данном случае дело идет о дрожжах, диаметр отдельных элементов которых имеет лишь от 1 до 2 тысячных миллиметра.

У г-на Фреми был очень простой способ убедиться в том, что действительно происходит в этом опыте. Оставив зерна ячменя в течение сравнительно очень короткого времени в сахарной воде, он смог бы слить жидкость, удалить все зерна ячменя и таким образом удостовериться, что и в отсутствие зерен ячменя брожение протекает с образованием тех же организмов, что и в его весьма несовершенном опыте. Итак, дрожжи не выходят из зерен ячменя, как этого хочет г-н Фреми, потому что они образуются и в том случае, когда зерна ячменя отсутствуют *.

Третий опыт г-на Фреми.— Г-н Фреми добавил пивные дрожжи к раствору сахара, перемешанному с порошком мела; в результате этого началось спиртовое и молочнокислое брожение, и наш коллега

делает вывод, что пивные дрожжи могут по желанию вызывать спиртовое или молочнокислое брожение. Нет ничего более ошибочного, чем подобное толкование. Опыт, о котором говорит г-н Фреми, как раз один из тех, которые я сам ранее применил для того, чтобы показать, с какой легкостью дрожжи молочнокислого брожения появляются в содержащей сахар среде, к которой был добавлен мел. Молочнокислое брожение вызывается вовсе не пивными дрожжами, как уверяет г-н Фреми; молочнокислые дрожжи появляются во время брожения, и это они, лишь одни они, вызывают образование молочной кислоты.

4, 5 и 6 опыты г-на Фреми.— При чтении описания этих трех опытов мы ясно чувствуем, что г-н Фреми не придает им большого значения. Я обойду их молчанием, при условии, конечно, что г-н Фреми не желает, чтобы я задержался и подверг их критическому разбору *. Однако я отмечу вторую модель шестого опыта г-на Фреми, потому что в этом случае наш коллега постарался разрушить зародыши, могущие содержаться в молоке,— сбраживающемся продукте, которым он пользовался. Я очень скоро вернусь к этому.

7 опыт.— Он проводился с виноградным соком. Поставленный в контакте с обычным воздухом, в контакте с пылью, находящейся на поверхности ягод винограда, это еще один из тех путаных опытов, которые не могут привести к четким результатам. Я поражаюсь удивлению нашего коллеги, что в виноградном соке, профильтрованном несколько раз, брожение начинается медленнее, чем в исходном соке. Если, как я это утверждаю, дрожжи в виноградном соке возникают из зародышей, находящихся на поверхности ягод винограда, то как же можно удивляться, что тщательное фильтрование, которое должно удалить эти зародыши или по крайней мере бóльшую часть из них, задерживает брожение профильтрованного сока? Нас могло бы удивить противоположное явление.

8 опыт.— Этот восьмой опыт г-на Фреми представляет особый интерес. Я без колебаний заявляю, что он является важным физиологическим открытием. Действительно, г-н Фреми взял плесень, которая выросла, например, в растворе винной кислоты; он обнаружил внутри трубочек мицелия плесени маленькие круглые тельца и, растирая плесень в растворе сахара, наблюдал, как он нас уверяет,

превращение этих маленьких телец в настоящие клетки фермента и в особенности в молочнокислый и маслянокислый фермент. Эти результаты, если они, конечно, достоверны, не противоречат моему мнению, потому что г-н Фреми, по крайней мере я так думаю, принимает, что плесень на винной кислоте образовалась из зародыша, находившегося в воздухе. Эти данные сходны с результатами, опубликованными мной в 1862 г. по поводу *mycoderma vini,* которая может превращаться в дрожжи спиртового брожения *. Однако до тех пор пока г-н Фреми не опубликует доказательств образования молочнокислых и маслянокислых дрожжей из маленьких гранул, выходящих из трубочек мицелия плесени, я оспариваю точность его наблюдений самым категорическим образом.

Вот что я думаю в общих чертах о шести опытах г-на Фреми, проведенных в полном контакте с воздухом, опытах, которые ничего не могут ни доказать, ни опровергнуть в его теоретических положениях. Подобные брожения можно вызвать в любое время, когда определенные условия, благоприятные для появления и размножения ферментов, подобраны соответствующим образом, однако подобные опыты ни в коей мере не могут служить для разрешения вопроса о происхождении этих организмов.

Я уже говорил, что среди восьми опытов г-на Фреми имеются два, повторяющие опыты, проделанные мною, где г-н Фреми постарался уничтожить зародыши, которые могли быть внесены вместе с воздухом и пылью, находящейся на поверхности предметов; несмотря на это, наш коллега наблюдал в этих опытах образование живых ферментов. Следовательно, здесь имеется категорическое противоречие с опубликованными мной результатами.

Первый из этих опытов был поставлен с проросшим ячменем и второй с молоком.

Лишь в опыте с молоком имеется видимость убедительности, так как г-н Фреми наблюдал образование организмов в молоке, прогретом при 115°, а я утверждал ранее, что эта температура более чем достаточна для того, чтобы молоко не портилось, когда его затем сохраняют в контакте с чистым воздухом. В мое отсутствие г-н Фреми показал Академии сосуды, содержащие испорченное молоко,

несмотря на то, что это молоко было приготовлено в указанных мною условиях.

Я ручаюсь, что опыт г-на Фреми был плохо сделан, так как вот сосуд, у которого отверстие оттянутого горла повернуто вниз и в котором молоко не испортилось, несмотря на то что в течение 10 суток оно находилось день и ночь при температуре между 28 и 30°. Такой же сосуд, в котором молоко в течение многих дней оставалось без изменения, был открыт и на вторые сутки после этого, с помощью микроскопа, в нем можно было обнаружить по крайней мере три сорта организмов. Сегодня молоко свернулось вследствие брожений, вызванных этими организмами.

Я уже указывал, что опыты с проросшими зернами ячменя не представляют никакой ценности, так как в моей статье, появившейся в 1862 г. *, я описываю общий метод приготовления жидкостей, могущих портиться после кипячения их при 100°; но эти же самые жидкости, находясь в контакте с чистым воздухом, остаются без изменения, если они были прогреты при температуре на несколько градусов выше 100. Молоко относится к таким жидкостям. Я повторил в этих условиях аналогичный опыт с зернами ячменя, и несмотря на то, что сосуды находились день и ночь в термостате, температура которого колебалась от 28 до 30°, в жидкости нельзя подметить ни малейших следов ни спиртового, ни молочнокислого, ни маслянокислого брожений.

Г-н Пастер по окончании своего сообщения передает членам бюро Академии две пробирки, содержащие натуральные соки — одна виноградный и другая — сок апельсина, находящиеся в контакте с воздухом, из которого были удалены зародыши. Эти жидкости сохраняются без всякого изменения, никакие организмы в них не образуются, ни ферменты, ни плесени, хотя первая пробирка, содержащая виноградный сок, хранится при температуре 30° с 13 января, а пробирка с соком апельсина хранится при той же температуре с 8 февраля **.

По просьбе г-на Фреми г-н Пастер отдает своему коллеге эти две пробирки и просит его исследовать содержимое их под микроскопом и убедиться одновременно в наличии атмосферного воздуха, в особенности кислорода, и в отсутствии каких-либо организмов.

Во время закрытого совещания, которое состоялось после заседания, г-н Пастер попросил принести ему красную лакмусовую бумагу, разбил в присут-

ствии г-на Фреми сосуд с консервированным молоком, который он представил Академии, как доказательство грубых ошибок, совершенных г-ном Фреми в его шестом опыте, и убедился, что это молоко имело такую же щелочную реакцию, как и свежее натуральное молоко. Г-н Фреми даже попробовал молоко и принужден был заявить, что оно нисколько не испорчено *.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ТЕОРИИ ИСТИННЫХ БРОЖЕНИЙ

Уже давно я пришел к выводу, что истинные брожения необходимо рассматривать как химические реакции, связанные с особого рода физиологическими процессами. Я не только доказал, что ферменты являются живыми организмами, а не мертвым белковым веществом, но мне удалось также вызвать брожение сахара, молочной, винной кислот, глицерина и вообще всех сбраживаемых веществ в средах, состоящих исключительно из минеральных соединений. Это неопровержимо доказывает, что разложение сбраживаемого вещества связано с жизнедеятельностью фермента и что это вещество является для него одним из основных продуктов питания. Например, в условиях, о которых я только что говорил, каждый атом углерода, входящий в состав образующихся ферментов, может быть взят лишь из сбраживаемого вещества.

Хотя эти новые данные и проливают свет на природу ферментов, о которых я говорю, однако они не могут нам объяснить характерных особенностей, свойственных процессам брожения. Что отличает химические явления процессов брожения от множества других и в особенности от проявлений обычной жизненной деятельности, так это количество разрушенного сбраживаемого вещества, которое по своему весу значительно превышает вес действующего фермента. До тех пор пока эта особенность не получит удовлетворительного объяснения, явления брожения останутся мало понятными для нас. Я уже давно подозреваю, что эта характерная черта брожений связана с особенностями питания без участия свободного кислорода. Ферменты являются живыми организмами, но они отличаются от обычных организмов в том отношении, что обладают способностью совершать все акты

своей жизнедеятельности, включая и размножение, не нуждаясь для этого в обязательном присутствии кислорода атмосферного воздуха. Вспомним об этих удивительных инфузориях, вызывающих маслянокислое брожение, брожение винной кислоты или гниение, которые не только могут жить и размножаться в отсутствие кислорода, но даже погибают, а брожения, вызываемые ими, приостанавливаются, если этот газ растворить в питательной среде. Это еще не все. С помощью точных опытов, проведенных с пивными дрожжами, я установил, что если жизнь этого фермента протекает частично под воздействием кислорода, то эти мельчайшие одноклеточные растения теряют, пропорционально интенсивности этого воздействия, характерные особенности, присущие ферменту, иначе говоря, по мере того, как жизнь дрожжей протекает в присутствии увеличивающихся количеств свободного кислорода, вес образующихся в этих условиях дрожжей в процессе разложения сахара постепенно увеличивается и приближается к весу разрушенного сахара *.

Жизнь микроскопических организмов, образование их тканей без воздействия солнечного света не может протекать без выделения и последующего поглощения теплоты. В обычных условиях непосредственное окисление питательных веществ, поглощаемых этими организмами, является источником необходимого количества теплоты. Но во всех брожениях, протекающих вне контакта с атмосферным воздухом, эта теплота должна образовываться за счет разложения сбраживаемого вещества.

Когда теплота, необходимая для жизнедеятельности фермента, образуется лишь за счет сбраживаемого вещества или же в результате разложения сбраживаемого вещества и окисления, вызванного кислородом, то отношение веса сброженного вещества к весу образовавшегося фермента будет бóльшим или меньшим в зависимости от степени воздействия кислорода. Максимальное значение этого соотношения, соответствующее также максимальному проявлению свойств фермента, наблюдается в тех случаях, когда жизнь протекает без малейшего участия свободного кислорода. Что это действительно так, подтверждается экспериментально. На основании всех этих данных я постепенно пришел к необходимости рассматривать брожение

как обязательное следствие жизнедеятельности, протекающей без непосредственного окисления, вызванного свободным кислородом.

Совершенно естественным выводом из этой теории является то, что любой организм, любой орган, любая клетка, живущие и продолжающие свою жизнедеятельность без участия кислорода атмосферного воздуха или же в условиях кислородной недостаточности, для удовлетворения всех потребностей питания должны обладать свойствами фермента в отношении вещества, которое им служит исключительным или частичным источником теплоты. По-видимому подобное вещество должно обязательно содержать кислород и углерод, потому что, как я только что указывал, оно является источником питательных веществ для фермента. Действительно, в состав всех сбраживаемых веществ постоянно входят эти два простые химические элемента. В подтверждение этой новой теории, которую, начиная с 1861 г., я неоднократно, хотя и с некоторой долей осторожности, излагал, я привожу новые данные и надеюсь, что на этот раз они позволят мне убедить всех в ее достоверности.

Возьмем жидкость, содержащую сахар, пригодную для питания ферментов и находящуюся в сосуде, расположенном таким образом, что мы можем засеять эту жидкость необходимым нам ферментом без опасения, что впоследствии другие организмы против желания экспериментатора попадут в эту жидкость спонтанно, иначе говоря, в результате попадания зародышей, находящихся во взвешенном состоянии в атмосферном воздухе.

Нанесем на поверхность приготовленной таким образом среды очень маленький кусочек чистой *mycoderma vini*. В последующие дни вся поверхность постепенно покроется пленкой плесени.

Поставив этот опыт, легко убедиться в том, что в этих условиях развивающаяся микодерма поглощает кислород из воздуха и выделяет приблизительно такой же объем углекислого газа и, кроме того, не образует спирта [1].

---

[1] Я уже сообщал, что *mycoderma vini* может развиваться в двух различных формах: в зависимости от условий она развивается в виде плесени или в виде фермента, и что пивные дрожжи, так называемые дрожжи слабого брожения, являются ферментом, в который превращается *mycoderma vini*,

Повторим с возможно большей точностью этот опыт, но лишь с той разницей, что после того, как пленка покроет всю поверхность жидкости в сосуде, мы перемешаем жидкость для того, чтобы разрушить пленку и погрузить ее, насколько это возможно, на дно сосуда; жировые вещества, которые содержатся в дрожжах, затрудняют смачивание пленки водой. На следующий день, а часто даже несколько часов спустя, когда опыт производится при температуре от 20 до 30°, со дна сосуда начинают беспрерывно подниматься маленькие пузырьки газа, указывающие на то, что брожение жидкости, содержащей сахар, началось. Брожение продолжается и в последующие дни, хотя протекает все время довольно слабо. Мы можем легко убедиться, что в жидкости образуется значительное количество спирта.

Внимательное изучение под микроскопом клеток или элементов микодермы, упавших на дно сосуда, показывает, что эти элементы не размножаются, но в большинстве случаев увеличиваются в объеме, и что внутренняя структура *плазмы* претерпевает глубокие изменения.

Если брожение приостановилось, его можно возобновить, разрушая вновь образовавшуюся пленку.

Объяснение этих фактов не вызывает сомнения. В этих двух сравнительных опытах мы имеем перед собой клетки, которые по желанию экспериментатора приобретают или теряют свойства фермента. Однако в чем же заключается различие в условиях существования клеток *mycoderma vini* в этих двух опытах? Имеется лишь одно несомненное различие. В первом случае жизнь гриба протекает на поверхности жидкости в присутствии воздуха или лучше сказать кислорода, тогда как во втором случае *mycoderma vini* развивается без его влияния или, по крайней мере, в контакте с чрезвычайно слабым количеством кислорода, потому что кислород, который стремится

когда ее лишают контакта с кислородом воздуха. Эти утверждения не вполне соответствуют истине или, точнее, явления, которых они касаются, более сложны, чем я это предполагал. В ближайшее время я смогу доложить о всех особенностях этих явлений. Это замечание необходимо, так как в настоящее время я говорю о *mycoderma vini* в таких выражениях, которые не вполне точно согласуются с утверждениями, о которых я напомнил.

раствориться в жидкости, используется в результате жизнедеятельности клеток, оставшихся на поверхности жидкости. Жизнь не погасла в клетках, упавших на дно,— наблюдение под микроскопом это доказывает. Однако жизнь клеток микодермы в этих условиях протекает или, лучше сказать, продолжается при недостатке воздуха, и тогда эти клетки начинают вызывать брожение.

Я не говорю о тех случаях, когда посеянные споры непосредственно дают начало настоящим пивным дрожжам; к этому вопросу я еще вернусь. Одним словом, в этом двойном опыте мы видим, с одной стороны, жизнь и размножение клеток с абсорбцией и участием свободного кислорода и образованием соответствующего объема углекислого газа, с другой стороны, продолжение жизни некоторого количества этих клеток, упавших на дно сосуда, без участия кислорода, но с появившимся в связи с этим спиртовым брожением, иначе говоря, с беспрерывным выделением пузырьков углекислого газа и образованием спирта. Очень любопытен и, несомненно, заслуживает внимания тот факт, что подобные опыты могут быть с успехом поставлены с настоящими плесенями. Например, *penicillium glaucum,* развиваясь при наличии свободного кислорода и располагая таким количеством этого газа, которое обеспечивает все процессы питания и быстрого развития, совершенно не образует спирта. Но если мы лишим *penicillium* этого газа в момент, когда его жизнедеятельность протекает очень интенсивно, например, если мы погрузим его в жидкость или же помешаем поступлению атмосферного воздуха, когда он развивается на поверхности питательного субстрата, то немедленно жизнедеятельность плесени, изменения, происходящие в *плазме* его прорастающих спор и его *мицелия,* сопровождаются образованием большого количества спирта и пузырьков углекислого газа, что обусловливается протеканием процессов питания плесени в новых условиях, о которых я говорил.

Пивные дрожжи — это тип ферментов, так же как и другие организованные ферменты, которые я открыл, представляются нам теперь в виде растений или мельчайших животных, отличающихся от низших организмов лишь своею способностью беспрерывно жить и размножаться длительное время без воздуха.

Мне хотелось бы верить, что эти неожиданные результаты раскроют тайну брожения. То, что мы называем организованными ферментами, это в действительности организмы, которые в течение определенного времени могут продолжать жить и даже воспроизводить себя без непременного участия свободного кислорода в окислении и превращении веществ, необходимых для их питания; другими словами, организмы, которые могут непосредственно ассимилировать соединения, содержащие кислород (например, сахар), освобождая при разложении этих соединений теплоту. Рассматриваемое с этой точки зрения брожение нам представляется как особый случай чрезвычайно распространенного явления. Мы можем сказать, что все живые существа в известных условиях их существования являются ферментами, так как любой организм мы можем, хотя бы временно, изолировать от воздействия свободного кислорода. Вызовем смерть какого-нибудь организма, или органа, или группы клеток в этом органе, лишая их кислорода или перерезая нерв и т. д.,— физическая и химическая жизнь сразу не приостановится и будет продолжаться. Если она будет протекать в условиях кислородной недостаточности (во внешней или внутренней среде), то организм, орган, клетки будут по необходимости брать теплоту, которая им необходима для новых процессов питания или замены их тканей, за счет веществ, которые их окружают. Поэтому они начнут их расщеплять, и мы увидим появление особенностей, свойственных брожению, если количество выделившейся теплоты соответствует разложению такого количества сбраживаемого вещества, которое значительно превосходит вес веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма, органа или клеток.

Мне кажется, что нижеприведенные наблюдения логически вытекают из установленных нами принципов.

Г-н Берар * в своей работе, которая может служить примером прозорливости и моделью экспериментального метода, показал, что когда фрукты помещают в атмосферу воздуха или кислорода, то определенный объем этого газа исчезает и одновременно образуется приблизительно такой же объем углекислого газа. Наоборот, если мы поместим эти фрукты в атмосферу углекислоты или в атмосферу

другого инертного газа, то углекислота все же образуется в значительном количестве, как бы в результате своего рода брожения, говорит г-н Берар.

Вот, на мой взгляд, истинное объяснение этих данных. Когда плод и вообще какой-либо орган отделен от растения или животного, частью которого он являлся, жизнь клеток, составляющих этот орган, не угасает. Дозревание плодов, снятых с дерева, на котором они выросли, является очевидным доказательством этого. При наличии воздуха кислород проявляет свое действие и принимает участие в изменениях, происходящих внутри плода.

Теплота образуется в результате процессов окисления, где сахар играет, несомненно, очень важную роль, но в этом случае питание будет приблизительно того же рода, как и питание плода на дереве, как и обычное питание живых организмов, которое характеризуется тем, что вес превращенных или потребленных соединений приблизительно равняется весу соединений, необходимых для питания.

В этих условиях, как и в случае жизнедеятельности *mycoderma vini,* развивающейся при свободном контакте с воздухом, спирт и углекислота могут появиться лишь случайно. В этих условиях, при образовании определенного объема углекислого газа, поглощается приблизительно такой же объем кислорода. Это обычное окисление, которое мы наблюдаем при дыхании.

Наоборот, когда плод был помещен в атмосферу углекислого газа, жизнь продолжается и теплота, необходимая для жизнедеятельности, образуется за счет разложения сахара; клетки в этом случае находятся в таких же условиях, как и клетки ферментов, живущих вне контакта со свободным кислородом.

Примером могут служить клетки *mycoderma vini,* упавшие на дно сосуда.

Действительно, как только мы внесли плоды в углекислый газ, немедленно начинает образовываться углекислый газ, а также и спирт, правда, в небольших, но, однако, достаточных количествах. В одном из моих опытов двадцать четыре сливы, сорванные с дерева и помещенные в углекислый газ, позволили мне через несколько дней обнаружить в них 6,5 г абсолютного спирта, причем сливы оставались

плотными и твердыми и внешне совершенно здоровыми; возможно, что некоторые из этих признаков даже несколько усилились; при этом разложилось соответствующее количество сахара. Двадцать четыре таких же сливы, оставленных на воздухе, стали мягкими, водянистыми и очень сладкими. Аналогичное явление наблюдается с виноградом, со всеми кислыми фруктами, с дынями и т. д. Я хочу распространить эти исследования на большое количество растений.

Листья ревеня, помещенные в атмосферу углекислого газа, через сорок восемь часов, внешне не изменяясь, начинают издавать слабый винный запах и при перегонке дают небольшое количество спирта.

Я убедился, что, когда опыт проведен правильно, ни пивных дрожжей, ни каких-либо других ферментов не образуется. Клетки дрожжей могут проникнуть и перейти из внешней среды внутрь плода лишь в исключительных и редких случаях.

Виноград представляет особый интерес для этих опытов. Всем хорошо известно, что сок раздавленных ягод и сами раздавленные ягоды приобретают в бродильных чанах вкус и запах, совершенно отличные от вкуса и запаха винограда, собранного с куста или взятого с нераздавленных кистей. Оказалось, что ягоды винограда, хранившиеся в атмосфере углекислого газа, приобретают вкус и запах сока раздавленных ягод из бродильного чана. Это объясняется тем, что в виноградном соке, находящемся в бродильном чане, ягоды почти мгновенно оказываются окруженными атмосферой углекислого газа. Я не сомневаюсь в том, что изучение явлений, о которых я говорю, в связи с практикой сбора винограда может принести пользу искусству виноделия, и я не был бы удивлен, если бы, сохраняя кисти винограда в атмосфере углекислого газа, нам удалось бы создать новые сорта вин и фруктовых водок, имеющих, говоря коммерческим языком, ряд преимуществ.

Я не проводил еще подробных исследований с органами животных для проверки этих новых идей.

Вероятно, что у животных эти явления несколько отличаются от явлений, происходящих в растительных клетках. Не исключена возможность, что уравнения всех этих брожений нового типа будут различны не только для растительных и животных клеток, но также и

для различных типов растительных или животных клеток, соответственно особенностям их строения.

Несколько попыток, предпринятых мною с органами представителей животного царства, еще слишком не полны для того, чтобы о них можно было говорить; но на основании полученных мною результатов я предчувствую, что перед физиологией и медицинской патологией открываются новые пути. Я надеюсь, что яркий свет прольется на явления гниения и гангрены. Образование гнилостных газов без воздействия организованных ферментов получит, без сомнения, столь же естественное объяснение, как и образование спирта и углекислого газа в отсутствие клеток дрожжей спиртового брожения.

ОТВЕТ НА СООБЩЕНИЕ Г-НА ТРЕКЮЛЯ *

В прошлый понедельник г-н Трекюль сделал не академическое сообщение, а прочел своего рода обвинительный акт, в котором, не приводя ни одного оригинального наблюдения, наш коллега поднял спор по поводу текстов и выводов из цитат, причем он или делает вид, что не понимает, или действительно не понимает их смысла, Ясность, которую я стараюсь внести в мои исследования и в их изложение, превращается в его трудах в «сомнительные» и «двусмысленные» утверждения. Он задает себе вопросы по поводу того, что я сказал, что я сделал и что я сделаю, отвечает на свои сомнения рассуждениями, полными подозрений и необоснованных толкований, и, наконец, приходит к выводу, что эта дискуссия утомляет всех, как будто бы я являюсь виновником возобновления этого спора, потому что в прошлом месяце я зачитал в Академии краткий отчет о трехлетних углубленных исследованиях наиболее трудных проблем, которые в течение нескольких веков устояли против усилия всех, кто занимался промышленностью пивоварения.

Слабость аргументации г-на Трекюля настолько очевидна, что я даже не ответил бы ему, если бы дело не касалось двух наиболее важных вопросов философии и естествознания: вопроса о так называемом *самозарождении* и вопроса о превращении видов. Если не подходить

к изучению превращения видов с большой осмотрительностью, то гипотеза трансформизма может внести в науку множество ошибок, потому что она отучает многих исследователей от углубленных наблюдений.

Академия знает, чего хотят г.г. Фреми и Трекюль. Оба защищают одну из форм самозарождения; они утверждают, что белковое вещество может само по себе превращаться в новые организмы, но до настоящего времени они не привели в подтверждение своего мнения ни одного достоверного опыта, тогда как я доказал ошибочность их гипотезы многочисленными опытами, поставленными с наиболее легко портящимися жидкостями организма, а именно с чистой кровью и неизмененной мочой.

Наверное, все еще помнят, что во время дискуссии 1872 (1871) г., когда г-н Фреми беспрестанно говорил о брожении виноградного сока, белковые вещества которого в контакте с воздухом должны, по его мнению, превращаться в клетки спиртовых дрожжей, благодаря жизненной силе их полуорганизации *, я поставил нашему коллеге следующий вопрос: «Признаетесь ли Вы, что ошибались, если я Вам дам натуральный виноградный сок, находящийся в контакте с чистым воздухом, и докажу, что в нем не может начаться спиртовое брожение и что он не может вызвать появление дрожжей?» Когда я публично обратился с этим предложением к г-ну Фреми, я еще не сделал опыт, о котором я говорю, но свойством верных теорий является то, что они, благодаря логическим рассуждениям, приводят к выводам, которые всегда подтверждаются опытом. Затем я провел этот опыт и доказал, что в соке винограда клетки дрожжей образуются в результате попадания с пылью из внешней среды, с пылью, которая в природных условиях находится на поверхности ягод и кистей. Но я не прав, упоминая г-на Фреми, так как наш коллега молчит с прошлого года. Однако он торжественно обещал Академии сделать большое сообщение о брожении и закончил свою статью в «Comptes rendus» следующими словами:

«Я беру обязательство доказать в ближайшее время всем сторонникам г-на Пастера, что клеток спиртового фермента в атмосферном воздухе не содержится, хотя спиртовое брожение легко возникает в

этих условиях, и что, следовательно, ферменты порождаются организмом» (Заседание от 11 ноября 1872 г., том 75, стр. 1172).

Ферменты порождаются организмом! Вот последнее утверждение, достоверность которого г-н Фреми обещал доказать всем сторонникам Пастера, но последние ждут этого до сих пор.

Г-н Трекюль идет дальше, чем г-н Фреми. Согласно его мнению, белковые вещества в результате самозарождения образуют бактерии, бактерии дают начало клеткам дрожжей молочнокислого брожения, а эти, в свою очередь, клеткам пивных дрожжей, последние, в свою очередь, образуют *mycoderma vini* и *penicillium glaucum* и, по всей вероятности, многие другие виды. Я, наоборот, придерживаюсь мнения, что все эти выводы ошибочны, что все эти превращения гипотетичны, что в их подтверждение можно привести лишь туманные, недостоверные, во многом ошибочные данные. Причины этих ошибок не удалось выявить из-за трудностей постановки такого рода опытов.

Вот каким образом г-н Трекюль считает, что ему удалось доказать, что *penicillium glaucum* превращается в клетки спиртовых дрожжей.

Пастер излагает содержание последнего параграфа сообщения г-на Трекюля со стр. 1169, 75 тома «Comptes rendus» *. Он дополняет детали постановки опытов объяснениями, которые г-н Трекюль любезно согласился ему сообщить; затем он указывает на многочисленные источники ошибок в этих наблюдениях. Все манипуляции проводились в контакте с воздухом, и споры *penicillium* были взяты с заплесневелого лимона. Между тем достаточно исследовать под микроскопом пыль, взятую с поверхности лимона, чтобы убедиться в том, что в ней содержится множество спор и клеток, часто очень отличных от спор *penicillium*. Г-н Пастер описывает затем метод, которым он пользовался для доказательства ошибочности утверждения г-на Трекюля. Все манипуляции проводятся со спорами *penicillium*, выращенными *в чистом* воздухе в условиях, позволяющих избежать попадания атмосферной пыли. Наконец, г-н Пастер описывает способ, позволяющий повторить наблюдения г-на Трекюля в аналогичных условиях, иначе говоря, помещая споры *penicillium* в маленькие сосуды с пивным суслом, но принимая предосторожности для того, чтобы споры были абсолютно чистыми. В этих условиях никогда не наблюдается превращений, о которых говорит г-н Трекюль. Наконец, для того чтобы легче было убедить последнего, г-н Пастер принес на заседание колбочки, идентичные тем, которыми пользуется г-н Трекюль, засеянные чистыми спорами *penicillium* в прошлый вторник. Он просит г-на Трекюля взять их и на досуге понаблюдать за ними и заявляет, что г-н Трекюль не сможет обнаружить следов какого-ли-

бо превращения посеянных спор в клетки дрожжей. Кроме того, г-н Пастер предлагает одну из колб, в которой находится чистый *penicillium*, и маленькие колбы с еще незасеянным суслом и просит г-на Трекюля проверить его старые наблюдения с этими объектами. Он уверяет, что на этот раз г-н Трекюль убедится в невозможности превращения спор *penicillium* в дрожжи в тех условиях, когда, по утверждению г-н Трекюля, это происходит *.

Кроме того, г-н Трекюль может убедиться, что при внесении в колбу минимального количества пивных дрожжей в ней очень быстро начнется брожение, сопровождаемое развитием клеток дрожжей; наконец, г-н Трекюль сможет убедиться также и в том, что споры *penicillium* очень хорошо прорастают в этой среде.

Когда г-н Трекюль закончит эту маленькую работу, которую я прошу его провести во имя его преданности идее познания истины, я передам г-ну Трекюлю на одном из наших заседаний необходимые элементы для проведения точно такой же работы с *mycoderma vini*.

Выражаясь иначе, я принесу г-ну Трекюлю совершенно чистую *mycoderma vini*, с которой он может повторить свои старые наблюдения и установить достоверность доложенных мною в последнее время данных.

Прошу разрешения Академии сделать последнее замечание. Нужно признать, что мои противники выбрали действительно некстати, в качестве причины возобновления этого спора, мое сообщение о болезнях пива. Как они не поняли, что мой способ промышленного приготовления непортящегося пива не мог бы существовать, если бы в пивном сусле, находящемся в контакте с воздухом, могли осуществляться все те превращения, о которых они докладывали? К тому же эта работа о пиве, полностью основанная на открытии и познании свойств некоторых микроскопических организмов, не является ли она продолжением моих уже доложенных исследований об уксусе, о свойствах *mycoderma aceti*, о новом способе приготовления уксусной кислоты? Не являются ли продолжением этой последней работы мои исследования о причинах болезней вина и о способах их предупреждения, исследования, полностью основанные на открытии и познании микроскопических существ, не возникших в результате самозарождения? Не явилось ли продолжением этих последних работ

открытие профилактических способов борьбы против болезни гусениц тутового шелкопряда, открытие, сделанное также на основании изучения микроскопических организмов, образовавшихся не в результате самозарождения?

Не являются ли все исследования, которые я продолжаю в течение семнадцати лет, хотя они мне и стоили больших усилий, дальнейшим развитием тех же идей, тех же принципов, которые в результате беспрестанной работы приводят все к новым открытиям? Лучшим доказательством того, что экспериментатор находится на верном пути, является беспрерывная плодотворность его работ.

ОБРАЗОВАНИЕ ДРОЖЖЕЙ В МИНЕРАЛЬНОЙ СРЕДЕ, СОДЕРЖАЩЕЙ САХАР

Я уже докладывал, приведя, на мой взгляд, решающие доказательства, что во время брожения аммиак не только не образуется, как это предполагали до моих исследований, но что, добавленный к бродящему суслу, он исчезает, принимая участие в образовании клеток фермента — материи, богатой азотистыми соединениями [1].

Кроме того, я доказал, что дрожжи спиртового брожения могут размножаться в среде, состоящей из водного раствора чистого сахара, соли аммония и золы дрожжей или фосфатов щелочных и щелочноземельных металлов, в том числе фосфатов калия и магния. Несомненно, немногие опыты могут лучше осветить природу дрожжей и спиртового брожения. В них содержатся также первые доказательства того, что белковые вещества некоторых живых существ могут образовываться за счет сахара и аммиака, минеральных фосфатов и сульфатов без воздействия света и без участия зеленого пигмента.

Этот опыт находится в полном противоречии с теорией брожения, предложенной Либихом, поэтому знаменитый немецкий химик отказался признать достоверность этих опытов. Воспользовавшись трудностями, с которыми я столкнулся при постановке опыта, о котором идет речь, он постарался использовать эти трудности как доказатель-

[1] Азот не выделяется в газообразной форме во время брожения. Углекислый газ, образующийся в процессе брожения, полностью поглощается едким калием. Остаток азота, равный приблизительно $^1/_{1000}$ объема газов, остающийся после поглощения углекислоты, образуется, по-видимому, за счет азота воздуха, растворенного даже в наиболее концентрированных растворах едкого калия.

ство недостоверности моих опытов. Когда в 1860 г. я опубликовал все детали этих опытов, то я постарался указать на все возможные причины неудач и отметил, что минеральные среды, содержащие сахар, значительно лучше подходят для питания бактерий, дрожжей молочнокислого брожения и других низших организмов, чем для питания пивных дрожжей. Так, например, в этих средах, выставленных на воздух, легко образуется большое количество различных организмов, тогда как образования дрожжей спиртового брожения, особенно в начале опыта, обычно не наблюдается [2]. Однако в то время я был принужден работать с веществами, более или менее загрязненными пылью, попавшей из воздуха, и применять в качестве посевного материала всегда более или менее загрязненные обычные дрожжи, поэтому я никогда не наблюдал на минеральных средах интенсивного чистого спиртового брожения. Молочнокислое, слизистое и другие брожения, возникающие спонтанно, начинают очень быстро задерживать развитие дрожжей, вызывая в жидкости образование кислоты. Это нисколько не умаляло достоверности заключений, которые я сделал на основании этих опытов. Можно даже сказать, что общефилософский подход, представляющий в данном случае наибольший интерес, получил двойное подтверждение, так как я доказал, что минеральные среды оказались подходящими для развития не только одного, но одновременно многих организованных ферментов. Случайная ассоциация различных дрожжей вовсе не доказывает ложность заключения о том, что все азотистые вещества клеток спиртовых и молочнокислых дрожжей образуются за счет азота аммонийных солей и что весь углерод, содержащийся в этих ферментах, был получен из сахара, потому что сахар был единственным углеродсодержащим веществом в среде, взятой для опытов. Либих остерегался сделать подобное замечание, так как оно опровергло бы все его критические рассуждения. Он хотел сохранить видимость серьезного противника, подчеркивая,

---

[2] Дрожжи спиртового брожения могут образовываться после того, как в среде появились другие организмы, изменившие состав этой среды благодаря внесению в нее своих белковых веществ, которые благоприятствуют жизнедеятельности дрожжей (смотрите в связи с этим мою статью 1860 г. «О спиртовом брожении» *.

что в моих опытах я не получил чистого спиртового брожения. Г-н Фреми действовал приблизительно таким же образом, когда однажды на заседании Академии попросил меня превратить стакан воды с сахаром в стакан водки с помощью спонтанного брожения. Либих посвятил значительную часть своей статьи, опубликованной в 1870 г. (1869 г.), критике моих утверждений о возможности образования дрожжей из минеральных веществ и сахара. Высказав различные гипотезы об образовании белковых веществ в растениях, которое он рассматривает как одну из величайших загадок живой природы, он переходит к обсуждению моих результатов и делает следующее заключение.

«Я повторял много раз с возможно большей тщательностью опыт г-на Пастера и получил те же самые результаты, за исключением образования и увеличения количества дрожжей» *.

Действительно, он приводит один из своих опытов, и это единственный опыт, который он цитирует, где ему удалось обнаружить так мало спирта, что он должен был для того, чтобы выявить его наличие, прибегнуть не к спиртометру, так как этот аппарат оказался недостаточно чувствительным, а к очень сложным химическим реакциям. Это являлось абсолютным отрицанием достоверности моего опыта, так как в конечном счете количество дрожжей, которое я использовал как посевной материал, хотя и было чрезвычайно незначительным, все же достаточно для того, чтобы вызвать образование столь небольшого количества спирта. Утверждение Либиха относительно чрезвычайно маленьких количеств спирта, полученных им, можно было истолковать так: *пивные дрожжи, посеянные в минеральную среду с сахаром, совершенно не развиваются,* и таковым, как мы только что видели, было его заключение.

Члены Академии, может быть, помнят мой ответ г-ну Либиху в 1871 г. ** Я ему предложил назначить комиссию из членов Академии наук, перед которой я повторил бы мой опыт. Если бы г-н Либих принял это предложение, то я не только бы выявил недостатки его наблюдений, но я быстро бы убедил наших судей с помощью новых экспериментальных методов, разработанных в результате моих исследований, проведенных несколькими годами позднее, нежели те, о

которых идет здесь речь. Я бы использовал опубликованные мной результаты о хорошем развитии дрожжей в присутствии воздуха, и я бы смог получить перед членами комиссии столько дрожжей, сколько г-н Либих мог бы обоснованно пожелать.

Сегодня я хочу сообщить Академии об опыте, который позволяет путями, отличающимися от тех, которые я указывал ранее, с еще большей очевидностью получить результаты, к которым я пришел еще в 1858 г. (C. r. de l'Acad. sci., 47, 1858, 1011 (1013).

В моей работе о пиве я указывал, что мне удалось разработать метод получения организованных ферментов в безукоризненно чистом виде. Благодаря этому методу я могу внести в минеральную среду с сахаром совершенно чистые дрожжи без малейших примесей зародышей посторонних организмов. Кроме того, я могу с помощью приспособлений, о которых я неоднократно докладывал Академии, работать с жидкостями вне контакта с обычным воздухом, иначе говоря, таким образом, чтобы из воздуха в жидкость не могли попасть какие-либо зародыши, способные к дальнейшему размножению. Поэтому чистые дрожжи, посеянные в чистую же жидкость, могут размножаться в ней без помехи со стороны инфузорий или молочнокислых дрожжей и т. д.

Вот сосуд, который вначале содержал лишь дистиллированную воду, очень чистый кристаллический сахар, золу дрожжей и аммонийную соль и в который я внес, если так можно выразиться, невесомые следы дрожжей. Брожение в нем протекает интенсивно; вес развившихся очень белых и чистых дрожжей уже довольно значителен. Сахар полностью исчезнет в результате одного спиртового брожения, так как никаких других брожений в жидкости не происходит. Этот способ позволяет сбраживать килограммы сахара и получать соответствующее развитие дрожжей, принуждая последние брать все минеральные питательные вещества из минеральной среды, азот азотистых соединений — из аммиака, углерод — из сахара, иначе говоря, из сбраживаемого вещества, фосфаты и серу — из фосфатов и сульфатов щелочных и щелочноземельных металлов. Этот опыт, если можно так выразиться, является наиболее совершенной моделью моего опыта, поставленного пятнадцать лет тому назад, и который

справедливо рассматривался как лучшее доказательство того, что спиртовое брожение связано с питанием и жизнедеятельностью дрожжей, и того, что господствовавшие в то время теории Либиха, Берцелиуса и Митчерлиха неверны.

С помощью установки, которая находится перед глазами членов Академии, можно идти далее и показать, насколько ошибочны старые утверждения Тюрпена о превращении дрожжей в *penicillium glaucum* — утверждения, воспроизведенные и подкрепленные наблюдениями разных немецких ботаников, и которые в последние годы г-н Трекюль снова защищал во Франции, несмотря на то, что я оспаривал их достоверность уже в 1861 г. в Обществе любителей наук. Вот каким образом этот опыт позволяет выявить истинное положение вещей.

Если на каком-либо этапе брожения мы сольем бродящую жидкость, то осадок дрожжей в сосуде может храниться в контакте с воздухом, но тем не менее на нем никогда не будет наблюдаться ни малейших следов *penicillium glaucum*. Между тем среда очень подходит для развития этой плесени; достаточно внести в сосуд несколько спор *penicillium glaucum,* чтобы через некоторое время плесень начала быстро развиваться. Описания г.г. Тюрпена, Гоффмана и Трекюля были сделаны с одной из тех обманчивых картин, которые так часто встречаются при микроскопических наблюдениях.

Для опыта, один из вариантов которого я предлагаю вниманию Академии, можно пользоваться различными спиртовыми дрожжами. Наилучшие результаты дают обычные дрожжи, вызывающие брожение виноградного сока, с которыми поэтому я чаще всего и работал [3].

Интересно отметить, что дрожжи, выросшие на минеральной среде, начинают хорошо размножаться в ней; они как бы акклиматизируются подобно тому, как растения акклиматизируются к некоторым почвам. Это подтверждается и для дрожжей, которые развиваются без контакта с воздухом в присутствии углекислого газа.

Можно использовать следующие минеральные среды — сернокислый аммоний и золу дрожжей, более или менее растворенную под

[3] Эти дрожжи являются дрожжами нижнего брожения, однако это не настоящие дрожжи нижнего брожения пивоваренных заводов, как я уже указывал.

воздействием кислого виннокислого калия или аммония, или же жидкую среду, составленную г-ном Роленом * в результате его замечательных исследований по развитию плесени. Эта среда дает такие же хорошие результаты, как и зола дрожжей, если даже не лучшие.

В Центральном сельскохозяйственном обществе Франции Пастер сделал к этому сообщению следующее добавление:

Я указывал, что дрожжи после того, как они сбродили сахар в минеральной среде, могут затем храниться в контакте с воздухом, не теряя при этом способности к размножению и делению в свежей питательной среде с сахаром. В моих опытах дрожжи сохраняли способность к размножению в течение более двух лет. Все ли клетки сохраняют эту способность или только некоторые из них? Этого мне до сих пор не удалось выяснить **.

Я хотел установить, что произойдет в том случае, когда опыт будет поставлен на среде, более или менее не подходящей для питания дрожжей. Например, что произойдет с дрожжами, внесенными в раствор чистого сахара? Я предполагаю, что вес дрожжей останется очень незначительным, настолько незначительным, что ощутимого сбраживания сахара не произойдет. Несмотря на условия, столь благоприятствующие истощению и смерти дрожжей, последние остаются живыми и в присутствии воздуха в питательной среде, содержащей сахар, всегда сохраняют способность развиваться и размножаться без всякого ограничения. Во всяком случае, мои опыты по этому вопросу успешно продолжаются уже около года.

Наконец, что произойдет, если дрожжи хранить в виде сухой пыли? Через семь или восемь месяцев хранения пыли в термостате омоложение дрожжей остается еще возможным; через год эта возможность исчезает. В пыли лабораторий, где работают с дрожжами, непременно должны находиться во взвешенном состоянии живые клетки дрожжей — это является следствием того, что было сказано выше, однако дрожжи остаются живыми лишь в течение определенного времени. Клетки-зародыши виноградных дрожжей обладают приблизительно такими же свойствами.

Вот еще одна замечательная особенность клеток дрожжей, истощенных, но не погибших в воде с сахаром! Когда их вновь помещают в питательную среду в присутствии воздуха, то вместо того, чтобы ограничиться увеличением размеров и почкованием для создания дочерних клеток, идентичных материнским, они начинают образовывать длинные элементы или разветвленные трубочки, которые в свою очередь дают начало более или менее длинным трубкам. Кроме того, на стыках этих элементов образуются круглые или овальные клетки, которые отделяются и дают начало круглым дрожжевым клеткам. Можно было бы подумать, что перед нами происходит прорастание и развитие одного из *dematium*. Однако вскоре эти удлиненные формы исчезают, и если наличие их не было установлено в момент их появления, то они ускользают от внимания наблюдателя, направленного на круглые и овальные формы обычных дрожжей. Следует отметить, что клетки зародышей дрожжей с поверхности ягод или кистей винограда начинают свое развитие в виде удлиненных элементов, о которых я говорил. Я уже указывал, что дрожжи могут развиваться подобно плесеням. Такой образ жизни дрожжей наблюдается в различных условиях, например, в пиве, выставленном на воздух, когда поверхность жидкости не может быть покрыта пленкой *mycoderma vini* или *cerevisiae,* что происходит всякий раз, когда в этой жидкости не содержится зародышей этой микодермы. Я повторяю, что в этих условиях некоторые клетки дрожжей, постоянно находящихся во взвешенном состоянии даже в наиболее прозрачном пиве, поднимаются вверх и начинают размножаться в поверхностных слоях жидкости по стенкам сосуда, где они абсорбируют кислород воздуха и выделяют углекислоту, как это делает всякая плесень.

Нередко клетки дрожжей распространяются по поверхности жидкости и образуют пленку, напоминающую пленку *mycoderma vini,* но в отличие от последней клетки дрожжей-плесени, попавшие в глубь питательной жидкости, содержащей сахар, дают начало клеткам дрожжей и вызывают брожение.

Можно было бы думать, что клетки дрожжей, помещенные в питательную жидкость, не содержащую сахар, например, в *дрожжевую воду,* должны были бы погибнуть или, по крайней мере, потерять

способность вызывать в дальнейшем брожение жидкости, содержащей сахар. Многие еще до сих пор трудно объяснимые данные можно было бы легко понять, если бы эта гипотеза оказалась правильной. Когда жидкости, содержащие сахар, выставляют на воздух, особенно в лабораториях, где проводятся работы по спиртовому брожению, то в этих жидкостях наблюдается появление образований, которые по своей форме, своему способу развития и размерам очень напоминают клетки дрожжей или более или менее удлиненные элементы, встречающиеся в клетках *цвели вина или пива*. Происхождение этих столь обычных организмов, лишенных способности вызывать брожение в условиях, о которых я говорил, было бы легко понять, если бы клетки дрожжей, истощаясь в контакте с воздухом, при полном отсутствии сбраживаемых сахаристых веществ сохраняли бы, однако, способность к размножению, теряя одновременно с этим некоторые свои особенности, которые обусловливают их способность вызывать брожение. В действительности я не наблюдал ничего подобного и поэтому склоняюсь к мысли, что организмы, о которых идет речь, являются различными вариантами *mycoderma vini*.

НОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ О ПРИРОДЕ СПИРТОВОГО БРОЖЕНИЯ

(ответ г.г. Брефельду и Траубе)

Приблизительно пятнадцать лет назад я предложил новое физиологическое объяснение брожению, весьма отличающееся от теорий, с помощью которых ранее пытались понять это загадочное явление. Все мои последующие исследования явились подтверждением моих прежних высказываний. Наиболее точно сущность явлений, которые я наблюдал, можно выразить следующими немногими словами: брожение — это результат жизни без воздуха, жизни без свободного кислорода. Вообще любой организм, любой орган, любая клетка, обладающая способностью совершать химическую работу без участия свободного газообразного кислорода, в этих условиях немедленно проявляет признаки брожения. Другими словами, брожение является следствием определенного образа жизни, определенного способа питания или ассимиляции, которые отличаются от образа жизни и способа питания обычных организмов в том отношении, что окисление, вызванное свободным газообразным кислородом и являющееся основой жизнедеятельности этих организмов, заменено теплотой, выделяемой при разложении веществ, в которых кислород находится в связанной форме.

Подобные вещества получили *название сбраживаемых веществ*. Эта теория брожения была подсказана мне результатами моих исследований по маслянокислому брожению и, главным образом, тем обстоятельством, что вибрион, являющийся ферментом маслянокислого брожения, обладает способностью размножаться в неограниченном количестве в отсутствие воздуха.

Однажды, отвечая на критику г-на Либиха, я предложил приготовить в его присутствии такое количество вибрионов, какое он пожелает, без участия азотистых соединений, за исключением тех, которые будут получены из солей аммония и кристаллических минеральных соединений, без участия содержащих углерод соединений, за исключением сбраживаемого вещества. Наконец, я утверждал, что вся жизнедеятельность размножающихся вибрионов, как и дальнейшая жизнедеятельность уже сформировавшихся вибрионов, совершается без участия малейших следов свободного газообразного кислорода. Г-н Либих отказался присутствовать при проведении этого захватывающего опыта и других аналогичных опытов перед комиссией, выбранной из членов Академии, несмотря на то, что наш президент, которым в то время был г-н Фэй, заявил, что Академия согласна взять на себя все расходы, связанные с проведением опыта, о котором я говорю. Я уверен, что если бы этот опыт был поставлен, то дискуссия, к которой я приступаю, не являлась бы более необходимой.

Новая теория брожения, сущность которой я только что весьма кратко изложил, получила за границей очень хороший прием. Однако за последнее время против нее были выдвинуты серьезные, обоснованные экспериментально возражения доктором Оскаром Брефельдом, очень искусным натуралистом, который руководит в Вюрцбурге большой лабораторией физиологии растений. Опыты доктора Брефельда, поставленные с большой тщательностью, на первый взгляд показались достаточно убедительными для того, чтобы изменить мнения по ту сторону Рейна относительно теории, которую я предложил для объяснения явлений брожения в точном смысле слова. Вот что пишет доктор Сахс в четвертом издании своего *«Руководства по физиологии растений»*, переведенном на французский язык и снабженном примечаниями г-на Ван Тигема, сделанными со свойственным ему замечательным талантом:

«По мнению г-на Пастера, мнению, получившему широкое распространение после его исследований, но которое я никогда не разделял, дрожжи могут жить в жидкости, не содержащей свободного растворенного кислорода: они обеспечивают себя необходимым для

дыхания кислородом, разрушая химические соединения. Как раз поэтому они и вызывают разложение сахара на углекислоту, спирт и многие другие продукты. Но недавние исследования, предпринятые г-ном Брефельдом в Ботаническом институте в Вюрцбурге, показали, что это мнение лишено каких-либо оснований. Клетки дрожжей, как и все растительные клетки, нуждаются для своего развития в газообразном или растворенном в жидкости свободном кислороде» *.

Развитие дрожжей в отсутствие свободного газообразного кислорода невозможно. Таково в действительности основное возражение, выдвинутое г-ном Брефельдом: «Нет,— заключает этот экспериментатор,— не существует на самой низкой ступени органической жизни класса существ, которые, как думает г-н Пастер, способны жить за счет кислорода, находящегося в связанном состоянии, питаться, размножаться в условиях существования совершенно противоположных тем, которые необходимы для всех других живых существ».

Работа г-на Брефельда ** появилась в июле 1873 г. в *Анналах физического и медицинского общества Вюрцбурга.* В 1874 г. г-н Мориц Траубе ***, профессор из Бреслау, предпринял исследования, аналогичные исследованиям г-на Брефельда, и с той же самой целью, как он это говорит совершенно откровенно, а именно для того, чтобы опровергнуть предложенную мною теорию; но в процессе работы, повторив мои опыты по развитию дрожжей без свободного кислорода, он установил их достоверность и опровергнул опыты г-на Брефельда. Тем не менее он соглашается с последним и отвергает мое мнение о причинах брожения, потому что по данным его опытов, если дрожжи и могут жить, как я утверждаю, без свободного кислорода, то они вызывают в этих условиях лишь начало очень слабого брожения, настолько слабого, что, по словам доктора Траубе, дрожжи в отсутствие воздуха используют для своего развития смесь белковых веществ, а не сахар; «следовательно, нельзя признать,— продолжает он,— что разложение сахара в отсутствие воздуха является следствием жизни без свободного кислорода».

Короче говоря, г-н Брефельд категорически отрицает, что дрожжи могут жить без воздуха, и заявляет, что мои опыты ошибочны. Наоборот, г-н Траубе уверяет, что они достоверны, и в этом он меня

поддерживает; но оба отрицают идею о том, что жизнь дрожжей может происходить в отсутствие свободного кислорода за счет сахара.

Г-н Брефельд * ответил г-ну Траубе в Берлинском химическом обществе, энергично защищая достоверность своих опытов и выводов. В свою очередь г-н Траубе ** в новом сообщении снова выступил без всяких оговорок в защиту своих исследований.

Поэтому настоящий момент является весьма подходящим для того, чтобы я привел объяснения моим опытам и опытам двух немецких натуралистов.

Так как дело касается очень серьезной дискуссии, ведущейся на высоком научном уровне, то я не считал для себя возможным ограничиться воспроизведением без каких-либо изменений моих наблюдений 1861 г. и последующих лет. Я постарался упростить их для того, чтобы они приобрели более демонстративный характер, благодаря их ясности и точности. В результате этого я смогу показать с помощью одного и того же опыта, что г-н Брефельд ошибается и что странный опыт, на который опирается г-н Траубе для опровержения моего мнения, также совершенно неправилен. Наконец, та же экспериментальная установка будет использована мною для выяснения причин, приведших моих противников к ошибочным толкованиям.

Я взял стеклянную колбу емкостью в несколько литров, снабженную двумя трубками, одна из них оттянутая в пламени горелки и изогнутая служит отводящей трубкой для газов, образующихся во время брожения; другая — прямая, к которой припаян стеклянный кран с маленькой цилиндрической стеклянной воронкой. Колбу наполняют дрожжевой водой, содержащей сахар. Содержимое колбы кипятят для того, чтобы удалить весь растворенный в ней воздух, причем отводящая трубка находится все время в кипящей жидкости. Отводящую трубку можно оставить в кипящей жидкости во время охлаждения колбы и дрожжевой воды, которая в ней содержится. После охлаждения колбы конец отводящей трубки погружают в маленькую ванночку, наполненную ртутью, и всю установку переносят в термостат при температуре от 20 до 25°. Прямые опыты, поставленные с индиго-кармином, восстановленным с помощью гидросульфита натрия — весьма ценного реактива Шютценберже,— позволили уста-

новить, что в этих условиях в дрожжевой воде, содержащей сахар, не остается следов газообразного кислорода. Теперь необходимо внести в сбраживаемую жидкость дрожжи таким образом, чтобы в нее не попал воздух. С этой целью вызывают брожение небольшого количества пивного сусла или дрожжевой воды с сахаром, налитой в маленькую воронку, принимая при этом все предосторожности для того, чтобы это брожение было чистым, иначе говоря, чтобы дрожжи совершенно не содержали зародышей посторонних ферментов. Когда в 3 или 4 см^3 жидкости, содержащей сахар, началось интенсивное брожение, кран открывают, и несколько капель бродящего сока падает в жидкость, содержащуюся в колбе, затем кран немедленно закрывают. Таким образом, в воронке над краном остается еще значительная часть содержавшейся в ней жидкости. В этих условиях дрожжи, добавленные в чрезвычайно небольшом, невесомом, количестве к сбраживаемой жидкости, абсолютно не содержащей воздуха, развиваются так же хорошо, как и в моих предыдущих опытах, что противоречит опытам г-на Брефельда. Количество полученных дрожжей и количество разложенного сахара зависят лишь от объема сбраживаемой жидкости. Я мог поставить подобные опыты в других экспериментальных условиях на нескольких гектолитрах пивного сусла. Как я уже сообщал в «Bulletin de la Société chimique» на заседании от 12 апреля 1861 г., брожение в этих условиях протекает более медленно, чем брожение на воздухе, но оно полностью заканчивается в противоположность утверждению г-на Траубе, что брожение, в отсутствие воздуха, едва лишь начинается и вскоре прекращается.

Следовательно, все опыты, противоречащие моей теории, на которые ссылаются г-да Брефельд и Траубе, совершенно недостоверны. Но каким образом эти два физиолога, доказавшие своими трудными и длительными исследованиями, что они обладают истинным талантом экспериментаторов, и которые, я могу это подтвердить, приложили большие усилия для установления истины, могли в такой степени ошибаться? Опыт, только что описанный мною, позволит нам установить вероятные причины этого.

По поводу моих опытов 1861 г. я счел необходимым отметить, что для того, чтобы вызвать брожение сбраживаемых жидкостей,

лишенных воздуха, необходимо пользоваться молодыми дрожжами; действительно, если мы подождем окончания брожения в жидкости, находящейся в маленькой воронке над краном, прежде чем вызвать брожение сбраживающейся жидкости в большой колбе, то мы убедимся, что посеянные дрожжи будут размножаться очень плохо в жидкости, лишенной воздуха: вот обстоятельство, приведшее г-на Брефельда к ошибке; он несомненно всегда работал со слишком старыми дрожжами для подобного рода исследований.

А почему г-н Траубе в отсутствие воздуха наблюдал лишь начало брожения и никогда не наблюдал полноценного брожения? Это объясняется, по всей вероятности тем, что он не имел в своем распоряжении чистых дрожжей, которые стали известны лишь в результате моих исследований последних лет. Так при посеве загрязненных дрожжей на среды с сахаром, лишенные воздуха, можно установить, что через очень короткий промежуток времени дрожжи развиваются в ассоциации с посторонними ферментами, которые усложняют наблюдаемые явления, вызывают старение спиртовых дрожжей и прекращение их развития.

Я не хочу настаивать на этом более, я не хочу останавливаться на доказательствах, находящихся в полном соответствии с предложенной мною теорией, что наибольшая интенсивность действия ферментов (я не говорю о наиболее быстром действии — это совершенно другое явление) проявляется, когда фермент находится в среде без воздуха; наоборот, наиболее слабо его действие проявляется, когда он использует в процессе своей жизнедеятельности возможно большее количество кислорода. Этот основной момент не был затронут моими противниками; следовательно, он не вызывает споров, и, заканчивая, я ограничусь повторением того, что я говорил уже в 1860 г.

Химические реакции брожения являются по своей сущности явлениями, связанными с жизненными процессами; они начинаются и кончаются одновременно с жизнью; никогда не может быть истинного спиртового брожения без одновременного возникновения, развития и размножения шариков дрожжей или же без продолжения жизни уже сформировавшихся шариков фермента.

Как и в 1861 г., я добавлю сегодня: брожение — это результат жизни без свободного газообразного кислорода. Да, имеется два рода существ: одни, которых я называю *аэробами,* нуждаются в воздухе для своего развития, другие, которых я называю *анаэробами,* могут обходиться без него. Последние являются ферментами. Хотя они и могут развиваться без наличия воздуха, когда последний полностью удаляют, тем не менее они могут использовать для потребностей своего питания различные количества свободного кислорода, когда он находится в их распоряжении. Они являются более или менее мощными ферментами в обратной зависимости от объема свободного кислорода, который они могут ассимилировать. Когда все их процессы жизнедеятельности происходят в присутствии свободного кислорода, они попадают в класс аэробов, иначе говоря, они не являются более ферментами. Наоборот, как я уже докладывал об этом в очень категорической форме Академии (заседание от 7 октября 1872 г.), когда *аэробы* и, в особенности, любые плесени находятся в условиях жизни, сопровождающихся недостатком свободного кислорода, они становятся ферментами и лишь постольку, поскольку химическая работа, которую они производят, протекает без свободного кислорода.

Теория брожения создана, я в этом совершенно уверен. Она получит математическое обоснование, когда наука разовьется настолько, что можно будет установить соотношение между количеством теплоты, которую дрожжи, развиваясь в отсутствие воздуха, получают в процессе разложения сахара, и количеством теплоты, образующейся при окислении, вызванном свободным газообразным кислородом, если жизнь дрожжей протекает при наличии более или менее значительных количеств этого газа *.

ИССЛЕДОВАНИЕ О ПИВЕ, ЕГО БОЛЕЗНЯХ, ИХ ПРИЧИНАХ, СПОСОБАХ СДЕЛАТЬ ЕГО УСТОЙЧИВЫМ, С ПРИЛОЖЕНИЕМ НОВОЙ ТЕОРИИ БРОЖЕНИЯ

«Верить, что явление имеет место потому, что ты этого желаешь, есть величайшее безрассудство».

(Bossuet. De la connaissance de Dieu et de soi-même, 16)

ПАМЯТИ МОЕГО ОТЦА
СТАРОГО СОЛДАТА ПЕРВОЙ ИМПЕРИИ
КАВАЛЕРА ОРДЕНА ПОЧЕТНОГО ЛЕГИОНА

Чем старше я становлюсь, тем лучше я понимаю твою дружбу и превосходство твоего разума.

Усилия, которые я посвятил этим и предшествующим исследованиям, *являются плодом твоего примера и твоих советов.*

Желая почтить эти благоговейные воспоминания, посвящаю этот труд твоей памяти.

Л. Пастер

ПРЕДИСЛОВИЕ

Мысль об этих исследованиях была мне внушена нашими несчастиями. Я предпринял их сразу после войны 1870 года и продолжал беспрерывно с того времени с намерением вести их до тех пор, пока не будут достигнуты прочные успехи в производстве, в котором Германия нас опередила.

Я убежден, что нашел неоспоримое практическое решение трудного вопроса, который я перед собой поставил, а именно: найти способ производства, применимый во все времена года и повсеместно, не требующий, как современные способы производства, применения дорогих охлаждающих средств и установок и, тем не менее, дающий преимущество неопределенно долгого сохранения продукта производства.

Эти новые изыскания основаны на тех же принципах, которые служили мне путеводной нитью в моих исследованиях о вине, об уксусе и о болезнях шелковичных червей, принципах, плодотворность и применение которых, на мой взгляд, безграничны. Этиология заразных болезней находится, быть может, накануне дня, когда на нее, благодаря этим принципам, прольется неожиданный свет.

Что произойдет в крупной промышленности при применении способа производства пива, выведенного из моих наблюдений и из ценных новых фактов, на которых он основан? Я не стану предвосхищать, как в будущем разрешатся эти вопросы. Время — лучший

ценитель научных работ, и я знаю, что открытие промышленного значения редко приносит плоды первому изобретателю.

Я начал мои исследования в Клермон-Ферране, в лаборатории и при содействии моего друга Дюкло, профессора химии Факультета наук в этом городе. Я продолжал их в Париже, а под конец на большом пивоваренном заводе, несомненно, первом во Франции, принадлежащем братьям Туртель, в Тантонвилле. Я считаю своим долгом открыто поблагодарить этих культурных промышленников за их исключительную любезность. Я должен также публично выразить свое почтение Куну, искусному пивовару в Шамалиере около Клермон-Феррана, равно как и г. Вельтану из Марселя и г. Тассиньи из Реймса, которые с похвальной готовностью предоставили в мое распоряжение свои заводы и их продукцию*.

Париж. 1 июня 1876 г. *Л. Пастер*

ГЛАВА I

О ТЕСНОЙ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ БЫСТРОТОЮ ПОРЧИ ПИВА И СУСЛА И ПРИЕМАМИ ПИВОВАРЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Бросим прежде всего беглый взгляд на природу пива и на способы его производства.

Пиво известно еще со времен глубокой древности. Оно представляет настой проросшего измельченного ячменя и хмеля, подвергнутый после охлаждения брожению, а затем почти совершенно осветленный при помощи отстаивания и сцеживания. Этот алкогольный напиток растительного происхождения иногда не без основания называют *ячменным вином* [1]. Однако вино и пиво по своему составу заметно отличаются друг от друга. Пиво по сравнению с вином характеризуется меньшей кислотностью и меньшим содержанием спирта, но зато оно богаче растворенными веществами, большей частью не тождественными с теми, которые свойственны вину.

Эта разница в составе вина и пива является причиной их неодинаковой стойкости. Малая кислотность пива, низкое содержание в нем спирта, присутствие сахаристых или могущих превратиться в таковые вещества делают его менее стойким, чем бывает обычно вино.

Неодинаковая восприимчивость этих двух напитков к болезням объясняется разницей их состава. Доказательством этого является тот факт, что вино можно сделать гораздо менее стойким, понизив его

---

[1] Кажется, такое название впервые встречается у Теофраста, который родился в 371 году до нашей эры (см. «Encyclopédie», 3 édit., Genéve, 1778; in-4°; статья «Bière», t. V, p. 49).

кислотность и содержание в нем спирта, увеличив в нем количество камедей и сахаристых веществ [2]. Это сблизило бы его с пивом.

В своих предыдущих работах я указывал, что необходимость бороться с болезнями вина или предупреждать их заставляет вести его производство с необычайной тщательностью и обусловливает особенности обычных приемов виноделия: доливки, окуривания бочек серою, многократного переливания, применения погребов и герметически закупоренной посуды. То же самое и с еще бо́льшим основанием можно сказать о пиве, так как оно портится легче вина. При производстве и торговле им приходится постоянно бороться с трудностями сохранения как его, так и сусла, из которого оно делается.

В этом легко убедиться, рассмотрев обычные приемы пивоварения.

Когда настой из солода и хмеля, называемый пивным суслом, готов, его подвергают охлаждению и переливают в один или несколько чанов или бочек, в которых и происходит самая важная операция всего пивоваренного производства — спиртовое брожение сусла.

Охлаждение должно происходить как можно быстрее. Быстрота охлаждения является необходимым условием успеха производства ввиду опасности порчи сусла, неизбежно влекущей за собой понижение качества пива. При высокой температуре сусло не портится, но при температуре ниже 70°, особенно между 25 и 35°, в нем легко может начаться молочнокислое или маслянокислое брожение. Быстрое охлаждение настолько необходимо, что для его осуществления в производстве применяются специальные аппараты [3].

---

[2] Наличие изменения только одного из этих свойств вина может стать очень опасным для хорошего хранения. Например, иногда в дождливые годы случается, что виноград во время сбора оказывается более или менее загрязненным землистыми веществами, состоящими, главным образом, из углекислого кальция, который растворяется в вине и связывает частично содержащиеся в нем кислоты. Вино становится тогда весьма подверженным заболеваниям.

[3] Мы позже вернемся к вопросу о скорости охлаждения сусла для того, чтобы показать, что она имеет значение также для последующего просветления пива.

Уже во время приготовления сусла ему угрожает неизбежная порча, в особенности летом, при повторном затирании. Нередко случается, что сусло скисает во время затирания, если последнее производится недостаточно быстро.

После охлаждения сусло подвергается брожению. Для этого в него вносят дрожжи, полученные при предшествующем брожении; количество дрожжей приблизительно равняется одной или двум тысячным веса сусла, от 100 до 200 г сильно прессованных дрожжей на гектолитр сусла.

С первого взгляда кажется, что внесение дрожжей не имеет никакого отношения к возможным болезням сусла и пива. Однако это не так. Действительно, зачем задавать дрожжи? В виноделии такой способ неизвестен. Виноградному суслу всегда позволяют сбраживаться самопроизвольно *. Почему бы не поступать так и с пивным суслом?

Было бы ошибочно думать, что в производстве пива к внесению дрожжей прибегают только для того, чтобы усилить и ускорить брожение. Это было бы весьма спорным преимуществом. Пивовары вовсе не стремятся достигнуть быстрого сбраживания; они считают его скорее вредным для качества пива.

Ответ на поставленный вопрос следует искать в возможности быстрой порчи сусла или, что то же, в легкости, с которой в нем самопроизвольно развиваются посторонние брожения. Напротив того, в виноградном сусле, вследствие его кислотности, присутствия в нем кислого виннокислого калия, благоприятствующего, по-видимому, развитию возбудителей спиртового брожения, содержания в нем сахара и, быть может вследствие еще каких-нибудь других особенностей его состава, всегда идет по преимуществу чистое спиртовое брожение [4]. Болезни вина в начале производства проявляются только, если можно так выразиться, в скрытом состоянии. Вот почему виноград и может быть предоставлен самопроизвольному брожению. Если же поступить так с пивным суслом, то дело будет обстоять совершенно

[4] Это было бы так, если бы даже виноградное сусло не являлось натуральным, не подвергшимся варке соком и подверглось бы, как пивное сусло, действию высокой температуры.

иначе. В некоторых случаях и в нем может развиться одно чистое спиртовое брожение, и производство пива пойдет нормально. Такие случаи, однако, бывают очень редко. Неизмеримо чаще самопроизвольное брожение сусла приводит к его скисанию или загниванию вследствие появления и развития микроорганизмов, вызывающих болезни. Необходимость внесения дрожжей обусловливается, значит, главным образом, тем, что сусло после охлаждения должно быть как можно скорее охвачено чистым спиртовым брожением, в результате которого только и получается настоящее пиво.

На различных рисунках настоящего труда изображены ферменты спиртового брожения, которые пригодны для производства пива. *Ферментами* * *болезней* я называю все те ферменты, которые непригодны для производства пива и которые самопроизвольно, т. е. без всякого засева, появляются среди ферментов — возбудителей собственно спиртового брожения.

Называя определенные микроорганизмы *ферментами болезней*, мы руководствуемся соображениями скорее коммерческого, чем научного характера, в связи с тем, что их размножение сопровождается появлением кислых, гнилостных, слизистых или горьких веществ, неприятно действующих на вкус пива. С физиологической же точки зрения все рассматриваемые нами микроорганизмы равноценны. Ботаник и ученый, созерцатели природы,— должны с одинаковым вниманием относиться к полезным и вредным растениям, потому что все они подчинены одним и тем же законам природы и все одинаково заслуживают изучения. Промышленность и гигиена предъявляют, однако, другие требования.

На рис. 67 изображены различные возбудители болезней пива. Чтобы дать понятие об их относительной величине, к ним присоединено несколько клеток дрожжей спиртового брожения.

№ 1. Микроорганизмы скисшего пива. Палочки или нити, простые или членистые, в виде цепочек различной длины, диаметром около одной тысячной миллиметра. При сильном увеличении они оказываются состоящими из ряда более коротких палочек, едва зарождающихся и еще неподвижных в их сочленениях, которые только намечаются.

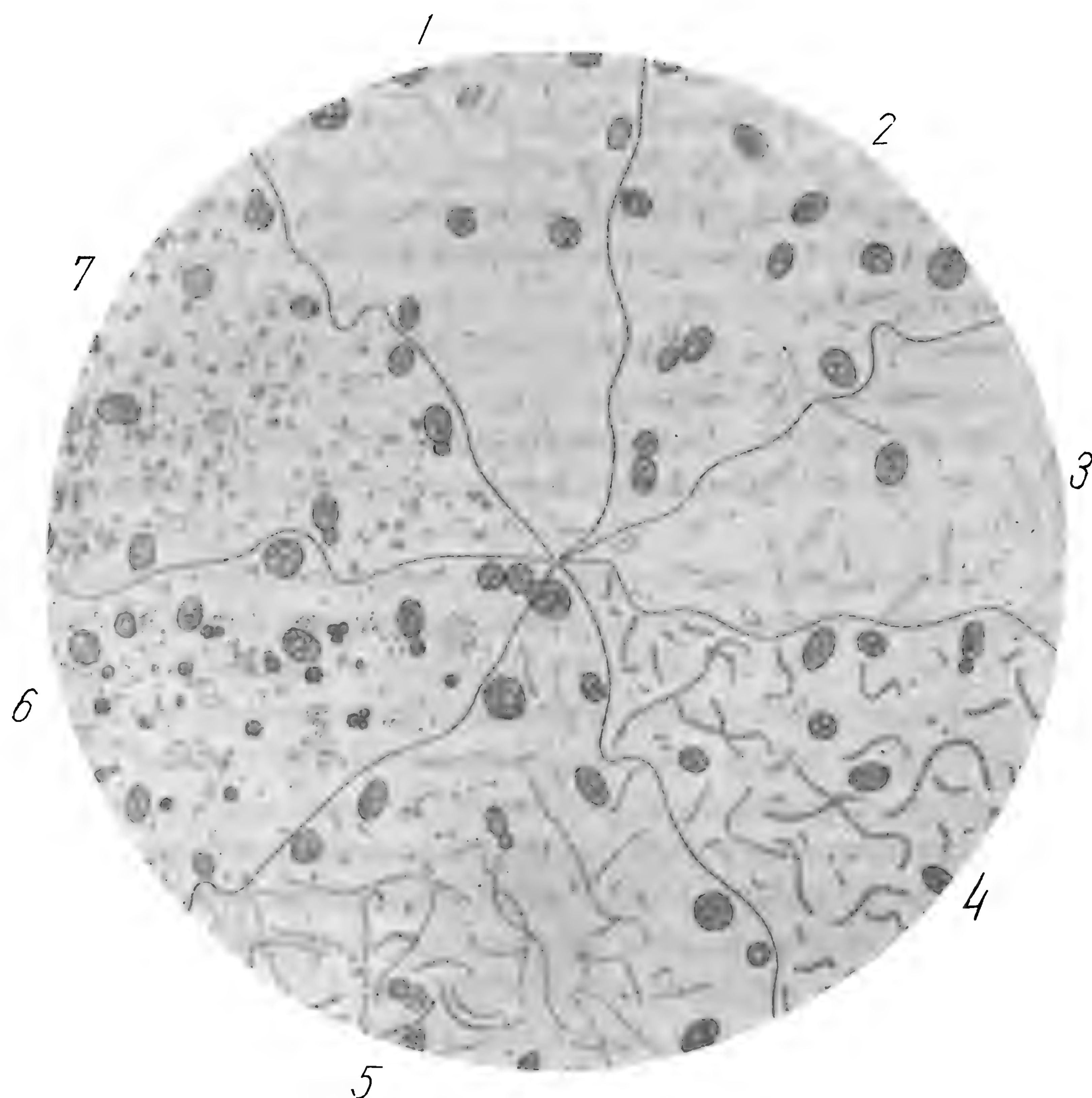


Рис. 67. Главные возбудители болезней сусла и пива

№ 2. Сусло и пиво с молочнокислым брожением. Маленькие, слегка перетянутые посередине микроорганизмы, большей частью изолированные, изредка соединенные в цепочки по два, по три членика. Диаметр их несколько больше, чем у нитей № 1.

№ 3. Сусло и пиво с гнилостными процессами. Подвижные вибрионы, обладающие большей или меньшей быстротой движения, в зависимости от температуры. Диаметр их изменчив, но в общем больше диаметра двух предыдущих организмов. Они легко появляются в сусле и пиве в начале брожения, если брожение протекает медленно, но большей частью они встречаются только при очень неудовлетворительном производстве пива.

№ 4. Вязкое сусло и так называемое *тягучее* пиво. Четки из почти сферических телец. Этот фермент редко встречается в сусле, еще реже в пиве.

№ 5. Прокисшее пиво с запахом уксуса. Четки из члеников *mycoderma aceti*, чрезвычайно похожие по виду на членики молочнокислого фермента (№ 2), особенно если сравнивать очень молодые культуры. Вопреки внешнему сходству, физиологические функции этих двух групп микроорганизмов совершенно различны.

№ 7. Пиво, обладающее особой кислотностью, несколько напоминающей кислотность незрелых плодов, со своеобразным запахом. Зерна, похожие на маленькие сферические точки, соединенные в квадратики по две или по четыре. Они сопутствуют обыкновенно нитям № 1, но являются более опасными, так как нити № 1 сами по себе не особенно портят качество пива. При наличии № 7, одного или в соединении с нитями № 1, пиво приобретает кислый вкус и запах, делающие его отвратительным. Я могу судить о пагубном действии этого возбудителя, так как мне приходилось встречать его в образцах пива одного, без примеси других возбудителей.

№ 6. Осадок, присущий суслу, который не следует смешивать с осадками ферментов болезней. Последние всегда имеют явную организацию, тогда как первые аморфны. Впрочем, имея перед глазами лишь несколько гранул, не всегда легко решить, с каким из двух осадков приходится иметь дело. Аморфный осадок вызывает муть в сусле во время охлаждения. В пиве он обычно отсутствует, так как

остается в чанах или холодильниках или же примешивается к дрожжам во время брожения и удаляется вместе с ними.

Среди бесформенных зерен № 6 встречаются маленькие шарики различных размеров и совершенно правильной формы. Это — маленькие шарики из смолистого красящего вещества, которые мы часто находим на дне бутылок или бочек старого пива, а иногда в сусле, долго хранившемся по методу Аппера. Они имеют вид организмов, но на самом деле не являются таковыми. В моих «Исследованиях о вине» * я уже указывал на то, что красящее вещество вина, в конце концов, может отлагаться в такой форме.

Понятно, что все разнообразные организованные ферменты, изображенные на рис. 67, должны быть основательно изучены с точки зрения их способности вызывать различные брожения. Для этого необходимо изучить деятельность каждого из них в отдельности, т. е. исследовать брожения, которые можно было бы назвать *чистыми.* Достигнуть этого хотя и трудно, но все же возможно, применяя описанные ниже методы.

Все эти ферменты болезней имеют общее происхождение. Зародыши их бесконечно малой величины, с трудом различимые даже под микроскопом, находятся в пыли, носящейся в воздухе, или в сырье, применяемом на производстве.

В практике бродильного дела сильно проявляется, хотя и без ведома пивовара, скрытое влияние этих ферментов болезней.

За последние 30 лет пивоварение подверглось радикальному преобразованию, особенно на европейском континенте. Это преобразование сводится, прежде всего, к коренному изменению способов брожения. Прежде знали только один вид пива, теперь их существует два: *верхнего и нижнего брожения.* Они в свою очередь подразделяются каждый на несколько сортов в зависимости от степени крепости и окраски пива. Так, в Англии изготовляют портер, эль, пэль-эль, крепкий портер, горькое пиво и т. п., хотя там существует только один вид пива: все английское пиво производится путем верхнего брожения.

Дадим в нескольких словах описание разницы между этими двумя видами брожения.

В прежнее время все пиво получалось путем верхнего брожения.

Пивное сусло, охлажденное в баках, поступает в большие открытые чаны при температуре около 20°. В них задают дрожжи. После начала брожения, когда на поверхности жидкости образуется тонкая белая пена, сусло переливают в небольшие бочки, вместимостью от 50 до 100, чаще всего в 75 л, неточно называемые *четвертями*. Эти бочки ставят в погреба или подвалы при температуре в 18—20°. Брожение скоро вызывает образование пены, которая все увеличивается и становится все более вязкой и густой благодаря накоплению в ней дрожжей. Дрожжи стекают по наклону бочек из шпунтовых отверстий в общий желоб, расположенный под бочками. Оттуда и берут дрожжи для последующих брожений. Дрожжи получаются всегда в количестве, превышающем то, которое было задано, так как во время брожения они сильно размножаются. Увеличение их веса различно, смотря по весу внесенных дрожжей и составу сусла. При обычных условиях пивоваренного производства, когда вес дрожжей составляет приблизительно одну тысячную долю веса сусла, количество их увеличивается, как говорят, в 5—7 раз, в зависимости от большей или меньшей густоты сусла, от количества хмеля, от действия кислорода воздуха и от веса заданных дрожжей.

Брожение продолжается от трех до четырех дней. После этого пиво можно считать готовым, так как брожение его заканчивается и пиво осветляется. Бочки могут быть закупорены и отправлены торговцу или потребителю [5].

Осевшие в некотором количестве на дне бочек дрожжи вызывают, правда, во время перевозки образование в пиве некоторой мути, но достаточно нескольких дней покоя, чтобы пиво снова сделалось прозрачным и пригодным для питья или разлива.

Из всего изложенного видно, что выражение *верхнее брожение* применяется к данному способу в связи с довольно высокой темпера-

---

[5] На некоторых заводах, а именно в Лионе, верхнее брожение проводится в больших чанах при температуре около 15°. Дрожжи образуют шапку на поверхности бродящего сусла; ее снимают и складывают тут же в плоские лохани. Маленькими бочками не пользуются.

турой брожения, которая в результате неизменно сопровождающего брожение выделения тепла повышается с 19—20 до 20—21°[6].

[6] Исходная температура сусла должна регулироваться в зависимости от количества сусла, подвергающегося брожению. На английских пивоваренных заводах, где оперируют со значительными количествами сусла, теплота, развивающаяся во время брожения, подняла бы температуру настолько, что это испортило бы качество пива, если бы дрожжи вводили при температуре 19 или 20° С.

Вот температуры, применяющиеся на больших пивоваренных заводах Лондона в момент введения дрожжей.

Для обыкновенного эля . . 60°F = 15,5°C
Для пэль-эля . . . . 58°F = 14,4°C
Для портера . . . . 64°F = 17,8°C

Первое брожение осуществляется в больших чанах, откуда пиво переходит в чаны значительно меньшей вместимости, где оно заканчивает брожение, просветляясь при осаждении дрожжей.

Для белого пива высшего качества температура брожения не должна превышать 72° F = 22,2° С; некоторые пивовары не поднимают ее даже выше 18°. Температуру поддерживают током холодной воды, которая циркулирует в змеевике, помещенном в чанах или бродильных бочках.

Для портера, начальная температура которого равняется 64° F = 17,8° С, в чанах она иногда поднимается до 78° F = 25,5° С; но это уже температура, которой следует опасаться.

В чан для пэль-эля, вместимость которого равнялась 200 бочкам в 36 галлонов (галлон равен 4,543 л), прибавляли 600 фунтов влажных дрожжей консистенции густого теста. Считалось, что через сорок шесть часов аттенуация * достаточна, и тогда в бочки переводилась вся масса, температура которой достигала тогда 72° F = 22,0° С вместо 14,5° С, как это было в момент внесения дрожжей.

Большие чаны, где начинается брожение, могут рассматриваться как бродильные чаны первого брожения французских пивоваренных заводов верхнего брожения. Бочки, в которых заканчивается брожение и оседают дрожжи, заменяют четверти (маленькие бочки). Несмотря на громадные размеры английского производства (бродильные чаны, например, для портера, достигают иногда вместимости от 2000 до 3000 л), объем бочек, о которых идет речь, никогда не превышает 15—20 гл, и даже в Бертоне, на знаменитых пивоваренных заводах Олсопп и Бэсс, приготовление пэль-эля заканчивается в бочках, объем которых меньше 10 гл, хотя средняя производительность этих огромных заводов достигает 3000—4000 гл пива в день.

Впрочем, это не единственное соображение, заставившее принять данное название. Мы уже отметили, что дрожжи поднимаются наверх и почти целиком вытекают через шпунтовое отверстие бочки. Этот-то факт и имел решающее значение для выбора слов: *верхнее брожение* и пиво *верхнего брожения,* характеризующих ход брожения и качество пива. Я повторяю, раньше все пиво получалось при помощи этого вида брожения, и в настоящее время этот способ употребляется еще на пивоваренных заводах Великобритании, где пиво *нижнего брожения* неизвестно.

Нижнее брожение представляет собою медленное брожение при низкой температуре, в течение которого дрожжи оседают на дно чана или бочки. Пивное сусло после охлаждения поступает в деревянные открытые чаны. Охлаждение доводится до 6—8°, и температура поддерживается на таком уровне при помощи конусообразных или цилиндрических *поплавков,* погружаемых в бродильные чаны; эти *поплавки* наполняются льдом, если того требует окружающая температура, что неизбежно случается летом.

Брожение продолжается десять, пятнадцать и даже двадцать дней, и дрожжи, образующиеся в меньшем количестве, чем при верхнем брожении, после перекачивания пива оседают на дно бродильного чана; частично они употребляются для последующих брожений.

Выражение *нижнее брожение* характеризует, с одной стороны, низкую температуру брожения, а с другой — скопление дрожжей внизу, а не вверху бродильных чанов.

Пиво нижнего брожения, которое бывает различных сортов, в зависимости от цвета и богатства сусла экстрактивными веществами, впервые стало изготовляться в Баварии[7]. Оно пришлось по вкусу потребителю, и это, наряду с некоторыми преимуществами в торговле, и вызывало все большее и большее расширение его производства. Можно сказать, что в настоящее время Австрия, Бавария, Пруссия и другие страны всецело перешли на новый способ производства.

---

[7] В Эльзасе, как я слышал, впервые были применены поплавки со льдом, что позволяло работать способом нижнего брожения даже летом.

В «Moniteur de la Brasserie» от 23 апреля 1871 г. я нашел следующие знаменательные строки относительно развития за границей на континенте производства пива нижнего брожения: «Число пивоваренных заводов, производящих пиво верхнего брожения, значительно уменьшается, тогда как число заводов, в которых применяется нижнее брожение, непрестанно возрастает. В Богемии существовало пивоваренных заводов, применявших верхнее брожение: в 1860 году —281, в 1865—81, а в 1870— только 18. Наоборот, число пивоваренных заводов, применявших нижнее брожение, в 1860 году равнялось там 135, в 1865—459, а в 1870—831. Что же касается пивоваренных заводов, производящих оба вида пива, то в 1860 году их было 620, в 1865—486 и в 1870—119. Общее число пивоваренных заводов, действующих в настоящее время в Богемии, равняется 968».

Франция переживает еще переходный период, хотя производство пива нижнего брожения увеличивается с каждым годом за счет производства пива верхнего брожения.

Я не буду распространяться о некоторых различиях между этими двумя видами пива, различиях, зависящих от приемов приготовления и от состава сусла. Замешивание пива верхнего брожения производится за один раз ручным или механическим способом, тогда как пиво нижнего брожения подвергается ряду последовательных затираний при постоянно возрастающей температуре. Это отличие, равно как и то, которое вызывается более длительным кипячением сусла верхнего брожения, обусловливает разницу в составе и цвете сусла. Поэтому пиво нижнего брожения называют иногда *светлым пивом,* в противоположность пиву более темной окраски, которое называют *темным пивом.*

Наконец, пиво нижнего брожения во Франции называют иногда *немецким* или *страсбургским пивом.*

Легко представить себе, какие глубокие изменения внес новый способ производства при помощи нижнего брожения в устройство и работу пивоваренных заводов.

Пиво нижнего брожения должно не только изготовляться, но и храниться при низкой температуре. Из этого вытекает необходимость применения ледников, где температура в течение всего года должна

поддерживаться на уровне 5—6° и даже 1—2—3°, что требует огромных запасов льда и обширных помещений для бочек с пивом.

Пиво нижнего брожения представляет собою так называемое *лагерное пиво,* которое изготовляют преимущественно зимой, пользуясь низкой температурой, и сохраняют в холодных погребах до весны или лета, когда потребление пива значительно повышается. Количество льда, необходимое для хранения пива высокого качества с момента охлаждения сусла и до продажи, исчисляется, самое меньшее, в 100 кг на гектолитр [8].

При производстве пива верхнего брожения не приходится сталкиваться с такими требованиями, осложнениями в работе и затратами на помещение. Весь процесс производства пива, считая и его доставку, требует не более недели.

Чем же объясняется постепенный, уже осуществленный в большей части Европы, переход от простого, быстрого и сравнительно дешевого способа производства к другому способу, во многих отношениях столь невыгодному для промышленности? Ошибочно было бы считать единственной причиной этого лучшее качество пива нижнего брожения. По мнению большинства потребителей, такое преимущество действительно существует, но одно оно еще не может объяснить коренного преобразования производства. Доказательством последнего является Англия, где нет, насколько мне известно, ни одного пивоваренного завода нижнего брожения и где, очевидно, существуют условия, благоприятствующие развитию производства пива верхнего брожения.

Главное преимущество производства при низких температурах заключается в том, что пиво нижнего брожения не так легко портится и не так подвержено болезням, как пиво верхнего брожения, особенно во время пребывания его на пивоваренном заводе. Это ставит пивоваров в гораздо более благоприятные условия, чем было в прежнее время. Пользуясь льдом, можно производить пиво зимою и ран-

---

[8] Один завод Дрейера в Вене (Австрия) расходует ежегодно 45 млн. кг льда. Пивоваренный завод Зедльмейера в Мюнхене — около 10 млн. кг («Journal des Brasseurs», номер от 22 июня 1873 г.).

ней весною, пуская его в продажу только летом[9]. При производстве же при высокой температуре получается, наоборот, пиво, которое должно быстро идти в потребление. Поэтому необходимо приготовлять его по мере спроса, колеблющегося в зависимости от атмосферных условий. С коммерческой точки зрения это весьма неблагоприятно. Промышленность требует большей устойчивости и большего единообразия как в производстве, так и в сбыте товара. При производстве пива нижнего брожения, которое может быть изготовлено в большом количестве в одно время года, а пущено в продажу в другое, эти неудобства устраняются. Однако почему же применение льда и дрожжей, способных бродить при низкой температуре, может повести к указанным преимуществам и к лучшей сохранности пива? Причина заключается в том, что все упомянутые выше ферменты болезней пива редко появляются при температуре ниже 10 °; при таких температурах они становятся недеятельными. Этот простой факт из области физиологии растений и обусловливает необходимость применения низких температур на пивоваренных заводах. Мне только раз удалось наблюдать в сусле слабое развитие гнилостных бактерий при 5 °.

Следовательно, мы видим и в данном случае, что производство пива и изменения, внесенные в него в текущем столетии, непосредственно зависят от возможности возникновения болезней как во время самого производства, так и при хранении пива.

Надо думать, что английское производство не перешло еще на

---

[9] Надо все же понимать, что все сказанное мной об относительной устойчивости обоих сортов пива правильно лишь в силу тех способов, которые применяются при производстве этих сортов: применение холода во время нижнего брожения и хранение пива нижнего брожения в ледниках. На самом деле, если принимать вещи в их абсолютном значении, пиво нижнего брожения легче портится, чем пиво верхнего. Если в торговой практике легче портится последнее, то это происходит вследствие применения холода на заводах нижнего брожения. Пивоваренный завод с годичной производительностью в 10 000 гл потребляет в среднем 8 000 метрических центнеров льда. Сюда надо еще прибавить лед, требующийся для продажи пива нижнего брожения, которое принято пить холодным, около 12°. Таким образом приходим к ранее указанной цифре в 100 кг/гл.

пиво нижнего брожения, главным образом, из-за невозможности расширить в городах, подобных Лондону, размеры пивоваренных заводов в той мере, в какой этого требует новый способ пивоварения. Даже если потребитель будет настаивать на пиве нижнего брожения, английские пивовары еще долго не решатся переоборудовать свои заводы. Это сопряжено для них со слишком крупными издержками и с громадными, чтобы не сказать непреодолимыми, затруднениями в устройстве заводов. Если такие изменения когда-нибудь и произойдут, то уж, конечно, не в самом Лондоне.

Необходимо отметить, что не переходя на нижнее брожение, английское пивоварение все же ввело в производство существенные усовершенствования, особенно в отношении регулирования температуры брожения, которая, во избежание порчи качества продукта, должна поддерживаться в узких и строгих рамках. Нетрудно доказать, что усовершенствования эти были вызваны все той же необходимостью предупредить болезни пива, хотя пивовары не могли еще себе в этом дать отчета.

Я должен тут же заметить, что, кроме дрожжей верхнего и нижнего брожения, существуют некоторые другие виды дрожжей спиртового брожения, из которых каждый может дать особый сорт пива. Среди этих сортов пива попадаются сорта с недостатками во вкусе, аромате или в прозрачности. Предположим, что при производстве пива с помощью определенных дрожжей, дающих пиво очень хорошего качества, появляются посторонние дрожжи, при брожении которых получается несовершенный продукт. Пиво от этого пострадает, что даст повод заподозрить существование какой-нибудь болезни. Однако в этом случае под микроскопом нельзя будет найти посторонние организмы из числа тех, на которые мы указывали выше. Причину порчи в данном случае можно установить только путем изучения самих дрожжей. Этот случай, имеющий для производства большое значение, будет разобран ниже.

Рассматривая условия торговли пивом и сбыта его в местах потребления и экспорта, мы сталкиваемся опять-таки с рядом практических приемов, объясняемых легкостью порчи этого напитка. Укажу на некоторые из таких приемов.

Вне ледника пиво следует держать в бочках очень небольших размеров и опоражнивать их возможно скорее, так как пиво не выносит продолжительного пребывания в открытых сосудах: оно покрывается налетом *mycoderma vini* или *mycoderma aceti.*

Если пиво разливается в бутылки, то необходимо, чтобы количество последних не превышало того, которое может быть израсходовано в течение месяца или, самое большое, шести недель.

Даже самый способ разлива в бутылки определяется малой стойкостью пива [10]. После разлива бутылки в течение суток или двух должны оставаться в лежачем положении, затем их следует ставить стоймя. Это объясняется тем, что воздух, находящийся между пробкой и жидкостью, может вызывать появление плесени. Когда бутылки лежат, кислород воздуха поглощается содержащимися в пиве способными к окислению веществами, и опасность появления плесени исчезает. Оставлять бутылки в лежачем положении более продолжительное время нельзя, так как в таком случае дополнительное брожение может выбить пробки. Наконец, при стоячем положении дрожжи оседают на дно, а не на стенки бутылок.

При дальних перевозках лагерного пива его надо отправлять в вагонах-ледниках, иначе в нем может начаться слишком сильное брожение или могут появиться болезни.

Пиво верхнего брожения нельзя перевозить на дальние расстояния. На его перевозку решаются только в том случае, если содержание хмеля в нем сильно увеличено, так как хмель действует

---

[10] Некоторые фирмы, чтобы предохранить пиво в бутылках от порчи, прибавляют в каждую бутылку в момент ее наполнения небольшое количество бисульфата кальция. Другие — нагревают бутылки до 55°. На севере Германии и в Баварии, со времени опубликования моих «Исследований о вине» и некоторых статей Вельтана, этот прием нашел широкое применение. Этому способу дали даже название пастеризации *, желая отдать должное сделанному мной открытию причин порчи сброженных напитков и верного способа их предохранения путем предварительного прогревания. К несчастью, этот способ значительно меньше применим к пиву, чем к вину, так как специфический вкус пива от него портится, особенно когда оно приготовлено применяющимися в настоящее время способами. Этот эффект менее чувствителен для пива, приготовленного по способу, излагаемому мною в этой работе.

в известных отношениях антисептически и задерживает появление болезней [11]. Вывоз английского пива в Индию и на континент уменьшился или, вернее, не увеличился в той мере, в какой этого ожидали. Торговля повела к большим убыткам. Один английский пивоваренный завод потерял 1 200 000 франков только на одном отправленном грузе, потому что по прибытии в Индию все пиво оказалось скисшим.

В жарких странах пивоваренных заводов совершенно нет, несмотря на то, что там пиво могло бы находить легкий сбыт, так как оно в большую жару является чрезвычайно приятным напитком, особенно если его температура на несколько градусов ниже температуры воздуха. Пивоварение там сопряжено с огромными расходами, так как требует усиленной затраты льда в связи с необычайной легкостью порчи пива. Пиво называют напитком северных стран (население которых, лишенное, в связи с климатическими условиями, виноградников, искало возможности заменить вино напитками, изготовляемыми из имеющегося у него в изобилии зерна). Это до известной степени справедливо, хотя и не подлежит сомнению, что родиной пива является страна очень жаркая — Египет, откуда впоследствии пиво распространилось по Европе. Его называли *пелусским вином,* по имени города Пелусия на берегах Нила, где производилось пиво, качество которого оценивалось очень высоко [12].

В жарких странах, даже в тех, где имеются виноградники, потребление пива было бы, несомненно, очень велико, если бы напиток этот мог переносить сильную жару [13]. В настоящее время пиво в большом

---

[11] Я приведу убедительное доказательство влияния хмеля на организм брожения. Неохмеленное сусло портится после нагревания до 60—70°. В нем легко развивается маслянокислое брожение. Охмеленное же сусло становится устойчивым, когда его нагревают до этой температуры.

[12] См. об этих исторических деталях «L'Encyclopédie» (3 édition), Genève, 1778, in-4°, «Bière», t. V, p. 49.

[13] Франция имеет преимущества в отношении производства вина, и все же потребление пива в ней ежегодно возрастает. В 1873 г. количество обложенного налогом пива достигло 7 413 190 гл, что принесло казне 20 165 136 франков дохода. Эти цифры взяты из доклада, опубликованного в 1875 г. инспектором финансов Жакемом. Между прочим он отмечает, что 7 413 190 гл включают только пиво, за которое был уплачен налог. Надо было бы при-

количестве производится в английской Индии, разумеется, при условии значительных затрат льда.

Таким образом, опасности, обусловленные малой стойкостью сусла и пива, регулируют все условия производства и торговли пивом, являясь причиной всех практических изменений и усовершенствований в пивоварении, осуществленных с начала XIX столетия.

бавить сюда еще пиво, приготовленное незаконно, тайно, количество которого Жакем исчисляет, правда, быть может, с некоторым преувеличением, равным двум третям всего производства (Impôt sur les bières, rapport fait par M. Jacquême, ...concernant les modifications qu'il parait utile d'apporter à la législation de l'impôt sur les bières. Lille, 1875).

ГЛАВА II

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН БОЛЕЗНЕЙ ПИВА И СУСЛА, СЛУЖАЩЕГО ДЛЯ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Все изложенное в предыдущей главе с достаточной убедительностью, мне кажется, говорит о том, что производство пива, устройство пивоваренных заводов и вообще все практические приемы пивоварения находятся в непосредственной зависимости от того факта, что пиво и сусло являются легкопортящимися продуктами. Основательное знакомство с причинами и природой этой порчи было бы поэтому крайне важно. Оно заставило бы, вероятно, по-новому подойти к условиям пивоваренного производства и дало бы возможность, быть может, изменить в выгодную сторону его практические приемы. Однако мы напрасно стали бы искать такого рода сведения в многочисленных трудах по пивоварению. Мы встретим там, в лучшем случае, несколько смутных указаний на существование болезней, которым пиво может подвергаться во время производства или по его окончании, и несколько эмпирических рецептов для уничтожения вызванных этим вредных последствий.

Я попытаюсь со всей строгостью обосновать высказанное мною в предыдущей главе мнение, что всякая порча пивного сусла и пива вызывается исключительно развитием организованных ферментов, зародыши которых находятся в пыли, носящейся в воздухе или осевшей на различных материалах и принадлежностях, применяемых в производстве: охладительных баках, чанах, лопатах, бочках, одежде рабочих, воде, дрожжевой закваске, солоде и т. п.

Положение это, как мы видим, совершенно тождественно с тем, которое я выдвинул относительно болезней вина [14].

---

[14] В моих «Исследованиях о вине» (1866 г.) уже помещены первые основы этого положения применительно к пиву.

Под названием *болезней* сусла и пива я подразумеваю их глубокую порчу, которая изменяет их в такой степени, что они становятся неприятными на вкус, особенно после некоторого хранения; пиво оказывается *горьким, терпким, кислым, ослизненным, гнилостным* и т. п. Неправильно было бы называть болезнями недостатки в качестве пива, обусловленные ошибками производства, неопытностью пивовара, составом сусла, особенностями закваски (дрожжей) или недоброкачественностью сырья. Установлено, например, что пиво *нижнего брожения* при современных способах производства приобретает приятный вкус только при условии, если оно приготовляется при температурах ниже 10°. Приготовленное при 10 или 12° или еще выше, оно утрачивает тонкий вкус, высоко ценимый потребителем, оставаясь при этом столь же здоровым, как и хорошее пиво, подвергавшееся брожению при 6 или 8°. Такое пиво следует считать более низким по качеству; неправильно было бы называть его *больным,* потому что никакой болезни в этом случае не существует.

§ 1. Всякая порча пива, вызываемая болезнями, совпадает с развитием микроскопических организмов, чуждых по природе пивным дрожжам в собственном смысле слова

Существует ряд способов, при помощи которых можно доказать справедливость выдвинутого мною положения о причинах болезней сусла и пива. Вот один из наиболее простых.

Возьмем несколько бутылок самого лучшего пива, например, пива, продающегося в Париже под названием пива *Туртель, Грубер, Дрейер* и т. д. по имени пивоваров. Поместим бутылки в водяную баню и доведем температуру до 60°. После охлаждения будем хранить их вместе с бутылками, не подвергшимися нагреванию. Через несколько недель, немного раньше или позже, в зависимости от температуры и характера пива, мы увидим, особенно в жаркое время, что пиво во всех ненагретых бутылках становится больным, иногда даже совершенно негодным к употреблению. Произведем сравнительное исследование осадков в нагретых и ненагретых бутылках. Легко убедиться, что в последних к дрожжам собственно спиртового брожения

примешаны посторонние организмы, простые или состоящие из члеников, имеющие большей частью тонкую, нитевидную форму, как указано на рис. 68. Рисунок представляет осадок из ненагретых бутылок, взятых для сравнения с одинаковым количеством бутылок того же пива, нагретых 8 октября 1871 г.

Пиво, которое 8 октября 1871 г. было нагрето до 55°, к 27 июля 1872 г. оставалось совершенно здоровым, вкусным и все еще продолжало бродить. Путем точных опытов мне удалось установить, что дрожжи спиртового брожения переносят нагревание пива до 55°, не утрачивая способности к развитию, а только замедляя его. Организованные же ферменты, возбуждающие болезни, при таких условиях погибают, как это наблюдается и в вине. Непрогретое пиво оказалось, напротив, настолько испорченным, что пить его было невозможно. Количество летучих кислот было в нем в 5 раз выше, чем в прогретом; последнее содержало на 0,5% больше спирта.

В осадке из нагревавшихся бутылок тоже встречались нитевидные ферменты, вызывающие болезни, но в таком ничтожном количестве, что для обнаружения хотя бы одного из них приходилось порою просмотреть несколько полей зрения микроскопа. Эти нити существовали в пиве и до нагревания: последнее убило их, не изменив, однако, в сколько-нибудь заметной мере их форму и величину. Под влиянием высокой температуры они потеряли способность размножаться и воздействовать на вещества, входящие в состав пива [15].

Видоизменяя опыты, нетрудно убедиться, что в здоровом на вкус пиве нитевидные или другие посторонние микроскопические организмы находятся в почти неуловимых количествах и что они могут быть обнаружены в пиве при первых неблагоприятных изменениях его

[15] Так как осадок в прогретых бутылках обычно очень незначителен, то следует собирать его с некоторыми предосторожностями. Бутылки приподнимают. После нескольких дней спокойного стояния их содержимое очень медленно декантируют, стараясь как можно меньше его взбалтывать. Когда на дне бутылки остается лишь 1 или 2 см^3 жидкости, ее сильно встряхивают для того, чтобы в этом небольшом количестве собрать весь осадок со дна и со стенок, и именно каплю этой жидкости рассматривают под микроскопом.



Рис. 68. Пиво, пораженное турном. Вид осадка под микроскопом. × 600

качества. Большее или меньшее обилие их зависит обычно от интенсивности болезни.

Мне приходилось слышать, хотя сам я и не наблюдал этого, что в очень редких случаях пиво хорошо сохраняется в бутылках даже без нагревания. Такие исключительные случаи возможны, если пиво особого состава, с высоким содержанием хмеля, изготовляется в самое благоприятное время года — в ноябре или декабре — из очень доброкачественного сырья и при этом брожение вызывается случайно чистыми дрожжевыми заквасками. Осадок такого пива даже через несколько месяцев или лет будет содержать только одни обыкновенные спиртовые дрожжи, за счет деятельности которых в пиве будет постепенно увеличиваться содержание спирта и уменьшаться количество декстрина. Такое пиво будет стареть, как стареет вино, оставаясь вполне здоровым.

Производство, несмотря на старания пивоваров, очень часто страдает от появления возбудителей болезней. Исправлять дело начинают только после того, как порча становится настолько заметной, что вызывает жалобы потребителей. Тогда пивовар, желая переменить дрожжи, прибегает к любезности собрата. Это весьма распространенный обычай, соблюдение которого приносит обоюдные выгоды. Пивовар, производство которого стоит на должной высоте, прекрасно знает, что завтра и ему тоже, может быть, придется менять дрожжи.

Я не раз имел случай убедиться в том, что необходимость перемены дрожжей вызывалась чаще всего порчей пива, обусловленной присутствием возбудителей болезней. Неожиданное размножение последних являлось результатом какой-либо, большей частью бессознательной, небрежности в производстве или вызывалось климатическими условиями. Если мы вспомним, что дрожжи представляют собой живые существа и что питательная среда, в которой они развиваются, или вода, в которой они находятся, в той же степени пригодна для развития многих других микроскопических существ, то нам покажется гораздо более удивительной относительная чистота дрожжей, чем возможность их загрязнения.

При помощи микроскопических наблюдений во многих случаях возможно констатировать появление порчи гораздо раньше, чем

обнаружится ее разрушительное действие, которое всегда влечет за собою большие убытки [16].

В подтверждение только что сказанного я приведу следующие факты.

В сентябре 1871 г. мне было разрешено посетить большой лондонский пивоваренный завод. Исследование дрожжей под микроскопом

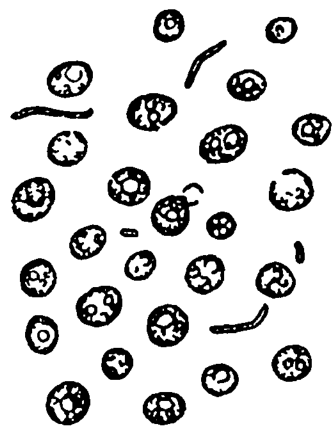


Рис. 69

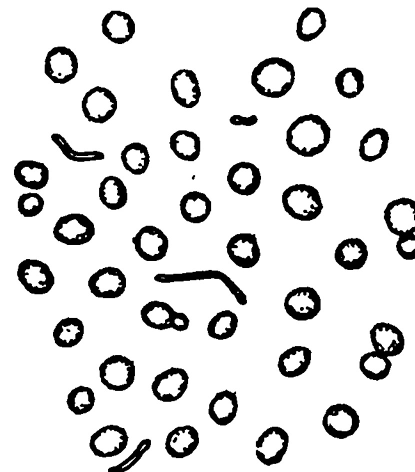


Рис. 70

было там совершенно неизвестно. Я просил позволения провести его в присутствии директоров завода. Прежде всего я исследовал дрожжи *портера*, взятые из трубопровода бочек, в которых происходило дображивание. Я обнаружил в этих дрожжах присутствие больших количеств одного из возбудителей болезней (рис. 69). Из этого следовало, что производство *портера* в данном случае оставляло желать многого, быть может, уже с давних пор. И действительно, мне сказали, что в тот самый день была привезена новая закваска с другого лондонского завода. Я исследовал ее под микроскопом. Она оказалась несравненно более чистой, чем предыдущая.

Если бы пивовары, о которых идет речь, пользовались микроскопическими исследованиями, они были бы предупреждены о плохом состоянии своего производства заранее, до того момента, когда они убеждались в этом либо благодаря жалобам клиентов, либо по тем или другим неприятным обстоятельствам, вынуждавшим их менять закваску.

[16] За время, протекшее с появления моих исследований о вине и об опасности появления «микроскопических паразитов», некоторые просвещенные пивовары уже успели извлечь для себя из моих заключений большую пользу.

Я просил, далее, показать мне образцы дрожжей других сортов пива в периоде брожения, а именно — светлого пива: эля и пэль-эля.

Вот рисунок (рис. 70), который я сделал с натуры. Здесь также видны нити, вызывающие скисание пива.

Было интересно исследовать светлое пиво, полученное в процессе брожения, которое предшествовало идущему в данный момент и дрожжи которого я рассматривал.

Мне показали два сорта в бочках, из которых одна была уже осветлена, другая нет. В этой последней пиво оказалось довольно мутным, и я сразу же, рассмотрев одну каплю, обнаружил в каждом поле зрения микроскопа по три или четыре нити. Пиво в осветленной бочке было почти прозрачно, но лишено блеска; в нем содержалось около одной нити в поле зрения. Я заявил в присутствии главного пивовара, что оба сорта пива скоро испортятся, что их необходимо как можно быстрее пустить в продажу и что, пожалуй, они должны быть уже не совсем хороши на вкус, с чем все и согласились, хотя и не без долгого колебания. Я приписываю, впрочем, это колебание исключительно осторожности, свойственной всякому заводчику, принужденному сознаться в том, что его товар не безукоризнен.

Мне принесли немного клея, употребляемого на заводе для осветления: он был полон теми же нитями, вызывающими болезни.

Я задал тогда окружающим несколько вопросов относительно размеров убытков, которые приносит порча пива. Мне приходилось слышать, что продажная стоимость пива разнится так сильно от себестоимости исключительно из-за убытков, вызываемых порчей большого количества пива; некоторые даже считали, что размер их в среднем доходит до 20% стоимости всего производства.

Сначала ответы были довольно неопределенны. Однако поняв, очевидно, что сведения, сообщенные ученому, могут принести практическую пользу, они признались в конце концов, что в их запасах имеется большое количество пива, испортившегося в бочках самое большее через две недели после изготовления. Когда первый шаг был сделан, они проявили сильное желание узнать причину порчи, сделавшей пиво совершенно негодным к употреблению. Я исследовал это пиво под микроскопом и сначала не нашел возбудителей бо-

лезней. Сообразив, однако, что вследствие длительного хранения пиво должно было осветлиться и что микроорганизмы, перейдя в инертное состояние, должны были скопиться на дне огромных вместилищ, я начал исследовать осадки со дна вместилищ. Они состояли исключительно из болезнетворных нитей, без малейшей примеси округлых клеток дрожжей спиртового брожения. Дополнительное брожение пива было, таким образом, брожением, в котором принимали участие исключительно возбудители болезни.

Сходство между данными нитями и теми, которые были примешаны в гораздо меньшем количестве к клеткам дрожжей при предшествующих наблюдениях, чрезвычайно сильная порча пива при большом количестве таких нитей в поле зрения микроскопа, гораздо меньшая порча при наличии единичных нитей — все это заставило присутствующих окончательно убедиться в том, что плохое качество их пива зависело именно от тех причин, которые я только что научил их распознавать. Не прошло и недели, как, посетив еще раз этот завод, я узнал, что там уже был приобретен микроскоп и что закваски были заменены новыми для всех сортов пива.

Бывают периоды в начале весны, летом и осенью, когда пивоварение очень затруднено. Повышение температуры делает затруднительным хранение дрожжей в летние месяцы, в начале осени сырье является менее доброкачественным; в связи с неблагоприятными условиями оно может изобиловать различными паразитами. Все эти обстоятельства способствуют быстрому развитию ферментов болезней.

§ 2. Отсутствие порчи пивного сусла и пива совпадает с отсутствием посторонних организмов

Способ, примененный мною для доказательства существования связи между болезнями пива и определенными микроскопическими организмами, не оставляет, мне кажется, сомнений в правильности выдвинутых мною положений.

Каждый раз, когда микроскоп обнаруживает в пивных дрожжах, особенно во время брожения, организмы, чуждые спиртовому брожению в собственном смысле слова, пиво приобретает плохой вкус,

в большей или меньшей степени, смотря по количеству и характеру этих микроорганизмов. Кроме того, если готовое пиво очень хорошего качества теряет с течением времени приятный вкус и делается кислым, то легко установить, что к осевшим на дно бочек или бутылок дрожжам, которые ранее были или казались с виду чистыми, мало-помалу присоединились нитевидные или другие посторонние микроорганизмы. Вот что вытекает из изложенных выше фактов. Однако предубежденные умы могут, пожалуй, предположить, что посторонние ферменты появляются вследствие болезненного состояния пива, вызываемого неизвестными причинами.

Хотя защищать такую необоснованную гипотезу и очень трудно, но все же я постараюсь подтвердить мои предыдущие наблюдения при помощи еще более доказательного метода исследования, показав, что пиво никогда не имеет плохого вкуса, если к ферменту брожения в собственном смысле этого слова не примешаны ферменты посторонних брожений. В отношении пивного сусла также будет показано, что как бы легко оно ни было подвержено порче, оно сохраняется нетронутым, если его защищать против вторжения микроскопических паразитов, для которых оно легко может служить источником питания и ареной для развития.

Применение указанного метода дает возможность окончательно подтвердить мое положение относительно того, что зародыши микроскопических организмов попадают в пиво либо из пыли, взвешенной в воздухе и оседающей на окружающие предметы, либо с посуды и других принадлежностей производства, либо из употребляемого в пивоварении сырья, несущего в себе зародыши, число которых может до бесконечности увеличиваться при хранении на складах и солодовнях [17].

---

[17] Разведите в небольшом количестве воды горсть прорастающего ячменя из солодовни пивоваренного завода и рассмотрите под микроскопом каплю мутной жидкости. Вы ужаснетесь исключительному обилию посторонних микроскопических организмов, которыми кишат поверхность зерна и влажный пол солодовни. Так как они связывают много кислорода, то нет никакого сомнения, что они своим присутствием вредят прорастанию ячменя, не говоря о том, что они подкисляют всю массу и подвергают ее порче.

Возьмем (рис. 71) стеклянный баллон *А* с длинным горлышком, вместимостью в 250—300 см^3, нальем туда охмеленного или неохмеленного сусла, вытянем горлышко, как показано на рисунке (*В*), затем доведем жидкость до кипения так, чтобы пар со свистом выходил из загнутого конца трубки. Оставим жидкость охлаждаться без всяких дальнейших предосторожностей или, для большей надежности, снимая колбу с огня, вложим в открытый кончик трубки асбест, который, как и кончик трубки, можно предварительно провести через пламя [18].

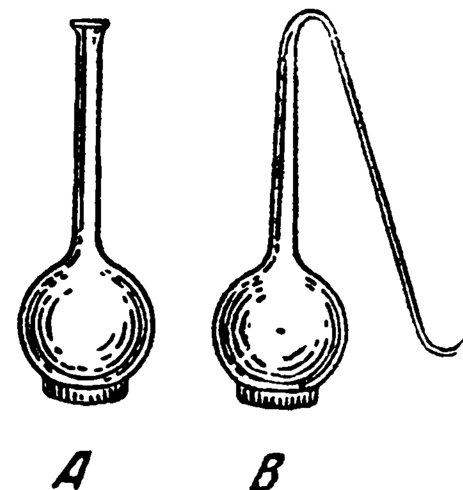


Рис. 71

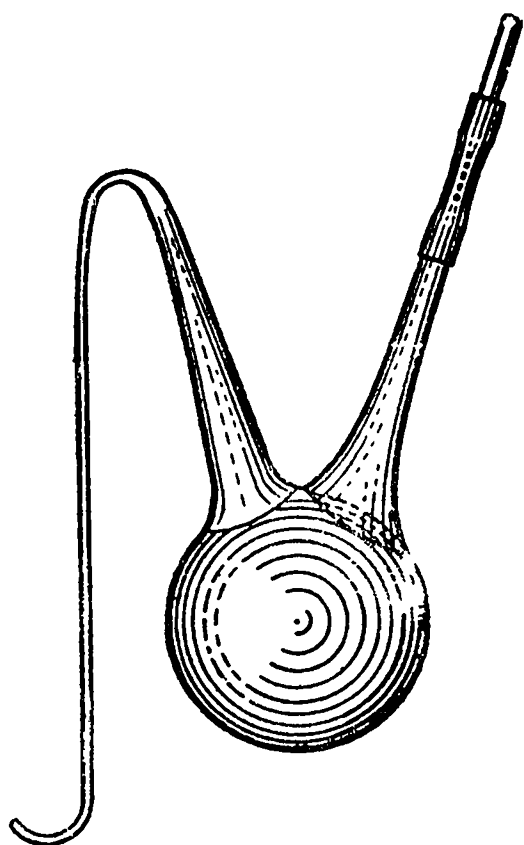
Первые порции воздуха, входящие в колбу, соприкасаются с сильно нагретыми стенками и горячей жидкостью, так что зародыши, находящиеся в пыли, погибают. Затем воздух поступает в колбу чрезвычайно медленно, настолько медленно, что этого достаточно для того, чтобы пыль могла задержаться каплей воды, которую входящий воздух толкает перед собой по изогнутой трубке. К моменту, когда трубка высохнет, поступление воздуха настолько замедлится, что пыль начнет осаждаться на внутренних стенках изогнутой трубки.

Опыты эти безусловно доказывают, что в такие, свободно сообщающиеся с воздухом, сосуды внешняя пыль не проникает даже через

---

[18] В этих опытах маленький пучок асбестовых нитей кладется лишь для большей предосторожности. В моих прежних опытах по вопросу о так называемом самопроизвольном зарождении, опубликованных в 1860—1862 гг.*, я им не пользовался и не испытал от этого ощутимых неудобств. Теперь я его употребляю. Новая предосторожность никогда не является лишней в такого рода исследованиях. Кроме того, присутствие этого асбеста надежным образом предохраняет от попадания насекомых. Я долгое время сохранял баллон, в оттянутом изгибе которого находилось насекомое. Я убил его, проведя трубку через огонь, в тот момент, когда оно подвигалось по направлению к жидкости. Совсем недавно Кальмет, молодой инженер из Эколь-Сентраль, занятый в Тантонвилле на пивоваренном заводе Туртель практическими опытами, о которых я сообщу в одной из последних глав этого труда, написал мне, что его баллоны наполнились массой травяных тлей, не превышающих размерами филлоксеру, и что многие из них уже проникли внутрь изогнутых трубок.

десять или двенадцать лет (наибольшая продолжительность подобных опытов); жидкость, если она по природе прозрачна, нисколько не загрязняется ни на поверхности, ни в своей толще, тогда как снаружи стенки сосуда покрываются толстым слоем пыли. Это является неопровержимым доказательством того, что пыль не проникает в сосуд.


Рис. 72

При таких условиях пивное сусло не изменяется неопределенно долгое время, несмотря на то, что оно легко и быстро портится, если его оставляют открытым на воздухе таким образом, что в него может попасть носящаяся в воздухе пыль. То же самое относится к моче, бульону, виноградному суслу и вообще ко всем подверженным гниению и брожению жидкостям, нагревание которых до 100° приводит к уничтожению микроскопических зародышей, находящихся в пыли.

Такого рода баллона (рис. 71) достаточно, когда дело идет о доказательстве фактов, о которых я только что упомянул и которые подробно описаны в моем *мемуаре о самопроизвольном зарождении,* опубликованном в 1862 г. в «Annales de chimie et de physique». Баллон (рис. 72), который, в отличие от предыдущего, имеет две впаянные трубки, представляет для некоторых исследований большие преимущества. В дальнейшем мы будем иметь дело чаще всего с баллонами такого образца. При соблюдении известных предосторожностей в них легко культивировать в соответствующих питательных средах определенные организмы, не допуская их заражения посторонними организмами, случайное появление которых нарушило бы ход опыта.

Воспользуемся таким баллоном для культуры дрожжей при непременном условии полного исключения посторонних спор. Достигнуть этого можно, применяя различные методы, которые будут описаны в одной из дальнейших глав.

Нальем в баллон (рис. 72) пивное сусло. Затем, надев на короткое горло каучуковую трубку, начнем кипятить жидкость. Пар, которому

через каучуковую трубку будет легче выходить, чем через тонкую изогнутую трубку, устремится сначала в первую и уничтожит зародыши на ее стенках. Закроем каучуковую трубку стеклянной пробкой; тогда пар пойдет через изогнутую трубку. Дадим жидкости охладиться. После этого баллон будет готов для засева. Если есть опасение, что какая-нибудь спора неизвестного происхождения могла при охлаждении попасть в жидкость или могла остаться не убитой водяным паром, всегда несколько перегретым вследствие сопротивления, которое он испытывает при выходе, то следует поместить баллоны в термостат и установить, не подвергнется ли жидкость каким-либо изменениям. Для опытов можно пользоваться только теми баллонами, в которых жидкость останется без изменения.

Я должен предупредить читателя, что неудачи с опытами случаются не чаще одного раза на тысячу, особенно если отверстие закрыто асбестом, который не позволяет мелким насекомым, привлекаемым запахом жидкости, проникать внутрь трубки. Пускаясь так далеко и с такими трудностями в поиски за пищей, они себя осуждают на верную смерть. Они должны неизбежно тонуть, не обладая сообразительностью, нужной для того, чтобы выбраться из баллона; но жидкость неминуемо портится вследствие того, что они приносят с собой пыль.

Быстро проведя пламенем спиртовой лампы по каучуковой трубке, стеклянной пробке, загнутой трубке и даже по пальцам экспериментатора, мы вынимаем стеклянную пробку и вносим в баллон при помощи предварительно прогретой стеклянной пипетки чистые дрожжи. Эти дрожжи хранятся в сосудах, защищающих их от пыли, носящейся в воздухе. Как бы мало дрожжевых клеток ни проникло в стеклянную пипетку, все же их будет там в сто и в тысячу раз больше, чем нужно для засева жидкости. Тотчас после засева стеклянную пробку снова быстро проводят через огонь и вставляют на место. Дрожжи в момент засева, при переносе их стеклянной трубочкой из сосуда, в котором они содержатся, в баллон, подвергаются опасности загрязнения, так как невозможно совершенно уберечь их от соприкосновения с окружающим воздухом. Если бы это обстоятельство часто нарушало правильность опытов, пришлось бы прибегнуть к каким-нибудь новым приспособлениям. Последнее, однако, совершенно

излишне. Мне никогда не приходилось страдать от этой опасности загрязнения потому, что причина так называемых *самопроизвольных* зарождений не в такой степени распространена в воздухе, как об этом ошибочно думали до появления моего упомянутого выше мемуара 1862 г.

Привожу результаты опытов, проведенных описанным только что способом.

Внесенные, хотя бы и в самом ничтожном количестве, дрожжи регенерируются, почкуются, размножаются. Скоро, например, через двое суток, а иногда и позднее, в зависимости от температуры и особенно от большей или меньшей жизнеспособности дрожжевых клеток, стенки баллона покрываются белым осадком дрожжей и на поверхности жидкости появляется тонкий слой пены, сначала в виде маленьких островков, образованных из мельчайших пузырьков. Островки увеличиваются и постепенно сливаются, образуя в конце концов обильную пену. Через два-три дня пена спадает, брожение замедляется и затем совершенно прекращается. Пиво готово. Пиво это может неопределенно долго сохраняться в баллоне без изменения. Вследствие того, что внешний воздух под влиянием изменений давления и температуры свободно входит и выходит из баллона, пиво в конце концов выдыхается, стареет, становится по вкусу *похожим на вино*, но никогда не приобретает вкуса, свойственного больному пиву, т. е. не становится ни кислым, ни горьким, ни терпким, ни гнилостным. Оно даже не покрывается *mycoderma vini*, неизбежным спутником всякого продажного пива, открытого доступу воздуха.

Через несколько недель или месяцев на стенках баллона может появиться, на уровне жидкости, белый налет. Этот налет образуется из скопления молодых дрожжевых клеток, которые развиваются подобно плесени, поглощая кислород воздуха, проникающего в колбу. Главная масса дрожжей, за счет которой шло брожение, остается на дне жидкости в виде покоящегося осадка. Их покой, впрочем, является только кажущимся. В клетках дрожжей происходит внутренняя работа, не сопровождающаяся почкованием, в результате которой они все больше стареют и могут даже погибнуть.

Дело будет обстоять совершенно иначе, если к засеянным дрожжам в той или иной мере были примешаны возбудители болезней. Пусть они имеются в закваске, т. е. в посевном материале, даже в таком ничтожном количестве, что самому искусному наблюдателю трудно обнаружить их под микроскопом; они все же начинают размножаться в баллоне после того, как пиво будет готово, особенно если поместить его в термостат. Таким путем прекрасно можно проверять чистоту засеваемых дрожжей.

Итак, при отсутствии посторонних микроскопических организмов мы неизменно имеем здоровое пиво, неопределенно долго сохраняющееся при какой угодно температуре, несмотря на доступ чистого воздуха. С другой стороны, присутствие посторонних организмов всегда совпадает с болезнями пива, характер которых зависит от особенностей данных организмов. Трудно дать лучшее доказательство зависимости порчи пива от присутствия посторонних дрожжам микроорганизмов. Даже при смене физических явлений соотношение между следствием и причиной устанавливается не более вескими доказательствами.

ГЛАВА III

О ПРОИСХОЖДЕНИИ ФЕРМЕНТОВ В СОБСТВЕННОМ СМЫСЛЕ ЭТОГО СЛОВА

Предлагаемый нами новый способ производства пива является непосредственным и неизбежным выводом из изложенных здесь фактов. Он может быть верно понят только при условии знакомства со всеми основами, из которых он вытекает. Одной из наиболее существенных среди них является чистота ферментов. Но какое значение имело бы применение дрожжей, свободных от всяких посторонних зародышей, если бы естественные органические вещества обладали способностью к самоорганизации либо путем самопроизвольного зарождения, либо вследствие превращения некоторых из этих веществ, либо, наконец, вследствие превращения одних микроскопических организмов в другие? Такого рода мнения еще до сих пор горячо отстаиваются, скорее, как мне кажется, на основе чувства или приверженности к данной системе, чем на основе серьезных экспериментальных доказательств.

Во всяком случае мы должны устранить все гипотезы, которые могли бы поколебать основы нового способа или возбудить в читателе сомнения относительно его результатов и возможности его применения.

§ 1. Об условиях, изменяющих природу организованных существ в настоях

Опыты, описанные в предыдущей главе, доказали, что при кипячении пивного сусла в течение нескольких минут оно приобретает свойство не изменяться при доступе чистого воздуха, т. е. воздуха, лишенного зародышей организмов, которые в нем носятся.

Этот факт, доказанный для пивного сусла, в той же мере относится и ко всем жидкостям, содержащим органические вещества. Каждую из них можно предохранить от последующей порчи, предварительно доведя ее до определенной температуры, которая различна, в зависимости от природы жидкости. Некоторые из них, например, уксус, предохраняются от порчи уже коротким нагреванием при 50°. Другие, как вино, требуют температуры на несколько градусов более высокой. Неохмеленное пивное сусло должно быть нагрето выше 90°, а молоко — приблизительно до 110° [19].

Легко доказать, что единственной причиной этих различий в температурах, обеспечивающих сохранность жидкостей, содержащих органические вещества, является состояние этих жидкостей, их природа и особенно степень их кислотности или щелочности, так как малейшие изменения в этих свойствах приводят к значительным смещениям в температуре, о которой идет речь [20]. Я мог бы подтвердить это многими примерами. Вино является перебродившим виноградным суслом, и разница между ним и суслом обусловлена исключительно брожением. То же самое можно сказа́ть о пивном сусле и пиве, а в еще большей степени о свежем и кислом молоке... Так, чтобы предохранить виноградное сусло от порчи, требуется температура гораздо более высокая, чем для предохранения вина; то же можно сказать и о пивном сусле по сравнению с пивом. Молоко, как я только что указал, требует приблизительно температуры в 110°, кислое молоко — на 20—30° ниже. Свежая моча предохраняется от порчи нагреванием, не превышающим 100°; моча, прокипяченная с углекислым кальцием, должна быть нагрета выше 100°.

Что касается того, как объяснить влияние кислотности или щелочности на понижение или повышение температуры, необходимой для предохранения органических веществ и растворов от порчи, то вопрос этот требует еще специального изучения. Я склонен думать, что

---

[19] Есть упоминание о том, что некоторые жидкости необходимо нагревать до 120° и выше. Я не имел случая изучать такие жидкости.

[20] См. мой «Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphére». Annales des chimie et de physique, 3-e sér., 64, 1862, p. 5—110 *.

кислотность растворов содействует, а щелочность препятствует проникновению влаги в клетки зародышей и что, таким образом, нагревание оболочек этих клеток или их цист в щелочной среде равносильно нагреванию зародышей в сухом состоянии, а нагревание в кислой среде равносильно нагреванию во влажном состоянии. Известно, что степень влажности сильнейшим образом влияет на стойкость в отношении температуры. Некоторые споры плесеней, во влажном состоянии погибающие при температуре в 60—100°, сохраняют способность к размножению при нагревании до 120°, если они предварительно хорошо высушены *. Природа организмов, самопроизвольно появляющихся в жидкостях, сильнейшим образом зависит от малейших изменений в составе последних. В общем, как я установил в моих предыдущих работах, слабая кислотность препятствует развитию бактерий и инфузорий и способствует, напротив того, появлению плесеней. Нейтральная или слабощелочная реакция действует как раз обратным образом.

Сторонники самопроизвольного зарождения считают аргументом в пользу своего учения тот факт, что в различных жидкостях, находящихся в соприкосновении с одним и тем же воздухом, развиваются различные организованные существа. В действительности, однако, разница эта является лишь результатом большей или меньшей пригодности различных жидкостей для развития отдельных организмов. В какую-нибудь кислую органическую жидкость, например, в виноградное сусло, при доступе воздуха попадают одновременно споры плесеней и зародыши бактерий, лептотриксов, вибрионов и т. п. Последние, однако, в кислой среде или развиваются с большим трудом, или совсем погибают. Поэтому их трудно встретить там во взрослом состоянии.

Для развития большей части плесеней наиболее подходящей является, напротив, кислая среда. В такой среде размножаются почти исключительно одни плесени. Если же нейтрализовать виноградное сусло углекислым кальцием, то произойдет обратное явление. Бактерии, возбудители молочнокислого брожения, и маслянокислый вибрион начнут развиваться задолго до того, как успеют прорасти споры плесеней, которые в нейтральных и щелочных средах прора-

стают очень медленно. А если на поверхности раствора или в самой жидкости уже распространились какие-нибудь организмы, то другие развиваются в ней уже с большим трудом. Тот, который развился первым, захватывает для себя питательные вещества и кислород.

Такие резкие различия в отношении отдельных культур к той или иной среде могут вызывать бесчисленные заблуждения и служить одним из источников крупных ошибок в исследованиях, о которых мы говорим. Если кислую жидкость, вроде виноградного сусла, засеять дрожжами спиртового брожения, прорастанию которых кислотность среды не мешает, дрожжи размножатся, и ничто не будет препятствовать их культуре при многократных посевах в ту же кислую среду. Предположим теперь, что наши дрожжи спиртового брожения не являются чистыми, что к ним примешаны, например, нитевидные микроорганизмы, вызывающие турн вина и представляющие собой дрожжи, развитие которых задерживается благодаря свойствам виноградного сусла. При повторных культурах этих дрожжей спиртового брожения в виноградном сусле нитевидные дрожжи, плохо или вовсе не развивающиеся в нем, вскоре начнут очень редко встречаться в поле зрения микроскопа. Однако они не исчезнут совсем, так как при повторных культурах произойдет только разбавление первоначального засева, а не полное его исчезновение. В то же время найти эти микроорганизмы будет до такой степени трудно, что они могут совершенно ускользнуть от наблюдения. Экспериментатор же будет неизбежно введен этим обстоятельством в заблуждение. Не видя больше посторонних микроорганизмов, он сочтет, что они исчезли, и будет считать себя вправе пользоваться дрожжами спиртового брожения как чистыми, не подвергая это предположение прямой экспериментальной проверке.

Я нашел пример подобного заблуждения в новой работе Ж. Дюваля [21].

---

[21] Duval (Jules). Nouveaux faits concernant la mutabilité des germes microscopiques. Rôle passif des êtres sous le nom de ferments. Journal d'Anatomie et de la Physiologie (Robin), 10, 1874, p. 489—513.— C. r. de l'Acad. sci., 79, 1874, p. 1160—1163.

Мы увидим, что Бешан уже допустил несколько ошибок такого рода.

Автор этот выдвигает теорию, согласно которой пивные дрожжи превращаются в молочнокислые дрожжи, а равно и в разные другие, например, дрожжи брожения мочевины, при том единственном условии, что они культивируются в соответствующей среде. Доказательства, которые он приводит в подтверждение своих выводов, совершенно неприемлемы, и достаточно прочесть описание его опытов, чтобы сразу же увидеть причины его многочисленных ошибок. Дюваль считает, что пивные дрожжи превращаются в молочнокислые дрожжи, на основании следующих наблюдений. Засеяв пивными дрожжами молочную сыворотку, к которой были прибавлены глюкоза, мел и фосфорнокислый аммоний, он вызвал брожение, в результате которого получились молочнокислый кальций и возбудители молочнокислого брожения. Но он и не подумал проверить чистоту дрожжей, внесенных им в эту среду, являющуюся в силу своей слабощелочной реакции крайне благоприятной для молочнокислого брожения. В этом слабая сторона опытов автора. Он признает это и сам, но ошибается, утверждая без всяких доказательств: «Я имел чистые дрожжи спиртового брожения, так как я несколько раз проводил их через виноградное сусло, хранившееся в баллонах, изготовленных по образцу тех, которыми пользовался для своих опытов Л. Пастер». Это — голословное утверждение. Прямая экспериментальная проверка доказала бы, что дрожжи не были чистыми.

Нет, пивные дрожжи не превращаются в молочнокислые дрожжи. Какова бы ни была среда, в которую их засевают, они никогда не дадут, *если они являются действительно чистыми,* ни малейшего следа дрожжей молочнокислого брожения или брожения мочевины. Вследствие изменений среды, температуры и т. д. клетки дрожжей могут принять овальную форму, стать удлиненными, шаровидными, бóльшими или меньшими по размеру, но никогда не превратятся они в молочнокислые дрожжи и не дадут ни малейших следов молочной кислоты. Вся теория превращения дрожжей в другие микроорганизмы, выдвинутая г. Дювалем, является плодом его воображения.

Я говорил, что природа или происхождение веществ, оставляемых в соприкосновении с воздухом, также является одной из причин разнообразия растительных и животных образований, появляющихся в

органических настоях. Это легко понять. Если мы подвергнем настой для разрушения жизнеспособности зародышей, которые он, может быть, содержит, действию более или менее высокой температуры, мы совершенно уничтожим зародыши двух родов: тех, которые настой мог непосредственно получить из атмосферного воздуха или пыли употреблявшейся посуды, и тех, которые были внесены с материалом, служившим для приготовления настоя или отвара. Эти материалы могут иногда привозиться из более или менее отдаленных мест и характеризоваться особенностью своего происхождения. После достаточного предварительного нагревания настой может дать убежище и питание лишь зародышам, внесенным затем вместе с воздухом. Однако природа зародышей, взвешенных в воздухе, далеко не так разнообразна, как обычно представляют себе под влиянием ошибочного и произвольного толкования установленных фактов и дискуссий последних пятнадцати лет. Воздух, если только он не приводится в сильное движение, может содержать во взвешенном состоянии лишь очень мелкие частицы. Наблюдения над природой организмов, самопроизвольно появляющихся в настоях, производились всегда в защищенных местах, в помещениях и лабораториях, атмосфера которых относительно очень спокойна. Вот почему, если можно так выразиться, флора и фауна предварительно прогретых жидкостей очень бедна, тем более что, как я уже только что отмечал, большому количеству организмов, которые легко зародились бы, если бы им дали время для прорастания, мешают в этом другие организмы, быстрее развивающиеся. На сколько это правильно, видно из того, что природа и количество микрофитов и микрозоев более разнообразны, когда один и тот же настой разливают в несколько сосудов, которые потом закрываются (тогда каждая порция жидкости подвергается лишь действию зародышей, взвешенных во введенном объеме воздуха), нежели когда настой оставляют в соприкосновении с неограниченным объемом окружающего воздуха. Очень часто таким образом вылавливают без примеси других зародыши, которые приходят в соприкосновение с питательной жидкостью и, в конце концов, размножаются в ней, потому что другие, более жизнеспособные образования не препятствуют их развитию, их медленному и затрудненному питанию.

Более разнообразны организмы, которые развиваются в сырых настоях, иначе говоря, таких, которые получают на холоду благодаря мацерации органических веществ: листьев, фруктов, зерен, органов растений или животных. Это происходит потому, что эти вещества, кроме пыли из волнуемого ветром воздуха, обычно несут на себе микроскопических паразитов, хорошо себя чувствующих на их поверхности или по соседству с ними. По этому поводу приведем несколько точных наблюдений, так как этот предмет представляет большой интерес.

Если прокипятить настой сена и оставить его затем в помещении в соприкосновении в воздухом, то, как я уже говорил, все образования будут происходить из зародышей, которые могут носиться в сравнительно спокойном воздухе. Поэтому только очень редко можно заметить, например, появление кольпод, так как их зародыши, состоящие из довольно больших цист, несмотря на чрезвычайное распространение, не могут находиться во взвешенном состоянии в воздухе защищенных мест. Наоборот, при мацерации сырого сена почти всегда можно видеть появление кольпод. Такое различие легко объяснить. Пыль, находящаяся на сене, особенно если оно происходит из болотных мест, содержит много цист кольпод. Как же может быть иначе? Дождь падает на луг. Маленькие лужицы образуются и стоят более или менее долгое время у основания растущих на лугу различных трав; здесь скоро начинает размножаться множество инфузорий, в частности кольпод. Наступает засуха. Кольподы инцистируются и превращаются в пыль; она поднимается ветром и ложится на былинки трав. Поэтому косец собирает, кроме растений, образующих сено, мириады кольпод, спор плесеней и т. д. [22]

Мацерация перца дает инфузории, которые совершенно нельзя найти в других настоях. Причина заключается в том, что там, где произрастал перец, находятся эти инфузории. Другими словами, мы имеем здесь дело с экзотическими зародышами. То, что особенное рас-

---

[22] См. по этому вопросу наблюдения Coste (Développement des infusoires ciliés dans une macération de foin). C. r. de l'Acad. sci., 59, 1864, p. 149—155; 358—363.

тение дает особенные инфузории, поражает не больше, чем нахождение на определенном растении паразита или насекомого, которого не встречают на соседнем растении, принадлежащем к другому виду. Так, именно виноградные дрожжи распространяются на поверхности ягод и кистей винограда. Не естественно ли, что местообитанием зародышей паразита оказывается орган или растение, которое позже будет служить пищей этому паразиту?

§ 2. Опыты с кровью и мочой, взятыми в их естественном состоянии и подвергнутыми соприкосновению с воздухом, освобожденным от взвешенной в нем пыли

Применение высокой температуры является, как я уже указывал, прекрасным средством для освобождения органических жидкостей от всяких вызывающих порчу зародышей. Но достигнуть этой цели можно еще и другим способом, более замечательным и поучительным и даже более неожиданным, хотя он вытекает в некотором роде из самой природы вещей. Этот способ сводится к выяснению того, не являются ли чистыми, свободными от зародышей, естественные соки животных и растений. Трудно представить себе, что жидкости, циркулирующие в органах тела животных,— кровь, моча, молоко, вода, околоплодная жидкость и т. д.— могут таить в себе зародыши микроскопических организмов. Как часто эти зародыши должны были бы размножаться в организме, если бы они находились в жидкостях, в нем циркулирующих? По всей вероятности, с такими гостями жизнь очень скоро стала бы невозможной. Об этом свидетельствует то, что многие лучшие умы склонны в настоящее время приписывать ряд болезней развитию подобных паразитов. Весьма авторитетные врачи пришли сейчас к соглашению о том, что загадки, связанные с заразой и инфекцией, найдут разрешение в исчерпывающем изучении ферментов и что гигиена и медицина должны всеми возможными средствами стремиться к уничтожению зародышей таких ферментов и противодействовать их размножению и вреду, причиняемому ими. В этой области достигнуты большие успехи. Я считаю для себя высокой честью, что авторы этих успехов признают, что мои

исследования натолкнули их на эти мысли. На меня не посетуют, если я напомню здесь об этом, остановившись на некоторых исторических данных, необходимых, между прочим, для понимания принципов, излагаемых в настоящем труде.

Я первый сожалею, однако, о том, что из установленных фактов были сделаны более широкие выводы, чем это следовало. Преувеличения в отношении новых идей неизбежно влекут за собою обратную реакцию, которая, в свою очередь, идет дальше намеченной цели и бросает тень на то, что есть верного и плодотворного в этих идеях, Уже имеются признаки, что в качестве противодействия тем преувеличениям, о которых я говорил, намечается необдуманное стремление к отрицанию того, что известные болезни могут зависеть от особых ферментов, по своей природе близких к тем организованным и живым ферментам, которые были открыты за последние двадцать лет. Как одним, так и другим следовало бы строго придерживаться фактов, проверять те, которые возбуждают сомнение, отыскивать новые и делать из тех и других только соответствующие им выводы, так как данный вопрос еще находится в начале своего исследования.

К несчастью врачи охотно пускаются в преждевременные обобщения. Многие из них являются людьми замечательными по прирожденным или благоприобретенным качествам, одаренными живым умом и блестящим даром слова. Но чем они крупнее, тем больше поглощены они своим делом и тем меньше у них досуга для исследовательской работы. И все же, побуждаемые свойственной избранным умам страстью к знанию, они с жадностью хватаются за легковесные теории, тем более пригодные для обобщений и туманных объяснений, чем слабее они опираются на факты.

Видя, как пиво и вино подвергаются глубокой порче вследствие того, что они дают приют микроскопическим организмам, незаметно и неожиданно попавшим в них и быстро в них размножившимся, мы не можем отделаться от мысли о возможности и неизбежности повторения явлений такого же порядка также и в организме человека и животных. Но если мы склонны думать, что какой-нибудь факт действительно существует только потому, что он кажется нам вероятным

и возможным, то прежде, чем утверждать его, постараемся вспомнить эпиграф настоящей книги: «*Верить, что явление имеет место потому, что ты этого желаешь, есть величайшее безрассудство*» *.

Один из самых выдающихся членов Медицинской академии, Давэн, первый занявшийся строго экспериментальными исследованиями по влиянию организованных ферментов на возникновение и распространение заразных болезней [23], говорит, что идея его исследований над *sang de rate* и *сибирской язвой* возникла у него при чтении моей работы о маслянокислом брожении, появившейся в 1861 г. **

В 1850 г. Райе и Давэн *** обнаружили в крови животных, страдающих этими болезнями, мельчайшие нитевидные образования, на которые они почти не обратили внимания и которые пришли на память Давэну, когда он ознакомился с моим сообщением. У него блеснула тогда догадка прозорливого изобретателя, вскоре решительным образом подтвердившаяся, что болезнь, известная под названием *sang de rate,* может быть результатом брожения, аналогичного маслянокислому, причем мелкие нитевидные образования, обнаруженные Райе и им в 1850 г., должны играть ту же роль, что и возбудители маслянокислого брожения.

Меньше чем через два года появились первые работы Коза и Фельтца [24]. Эти искусные и смелые экспериментаторы считают отправной точкой своих превосходных исследований знакомство с моей работой о гниении, опубликованной в 1863 г. ****

Я мог бы указать еще на поразительный и прекрасно задуманный опыт д-ра Шово [25] с кастрацией. Не могу лишить себя удовольствия привести здесь письмо, полученное мною в 1874 г. от знаменитого эдинбургского хирурга д-ра Листера.

---

[23] D a v a i n e (C.). Recherches sur les infusoires du sang dans la maladie connue sous le nom de sang de rate. C. r. de l'Acad. sci., 57, 1863, p. 220, 351, 356.— Ibid., 59, 1864, p. 393.

[24] C o z e et F e l t z. Recherches cliniques et expérimentales sur les maladies infectieuses. Paris, 1872.— Резюме всех их предыдущих работ с 1865 г.

[25] C h a u v e a u. Nécrobiose, bistournage et gangréne. Etude expérimentale sur les phénoménes de mortification et de putréfaction qui se passent dans l'organisme de l'animal vivant. C. r. de l'Acad. sci., 76, 1873, p. 1092—1096.

Эдинбург, 10 февраля 1874 г.

Милостивый Государь!

Позвольте предложить Вашему вниманию брошюру, которую я посылаю Вам с той же почтой и в которой сообщаются результаты некоторых исследований над вопросом, так хорошо освещенным Вами: теорией зародышей и брожений. Мне хочется думать, что Вы не без интереса прочтете то, что я написал об организме, изученном впервые Вами в «Статье о молочнокислом брожении» *.

Я не знаю, попадались ли Вам когда-нибудь английские хирургигические журналы? [26] Если Вы их читали, то Вы должны были встречать там время от времени сообщения о системе антисептики, которую в течение последних девяти лет я стремлюсь усовершенствовать.

Разрешите мне воспользоваться настоящим случаем, чтобы от всего сердца поблагодарить Вас за то, что Вы доказали Вашими блестящими исследованиями правильность теории о зародышах гниения и дали мне, таким образом, принцип, который лег в основу системы антисептики.

Если бы Вы приехали когда-нибудь в Эдинбург, Вы почувствовали бы себя, я думаю, вознагражденным, увидев на примере нашего госпиталя, в какой широкой мере Ваши работы пошли на пользу человечеству. Надо ли прибавлять, какое громадное удовлетворение доставила бы мне возможность показать Вам здесь, чем обязана Вам хирургия?

Простите за откровенность, внушенную мне нашей общей любовью к науке, и примите уверения в искреннем и глубоком уважении.

Жозеф Листер

Ватные перевязки, введенные д-ром Гереном [27], хирургом Парижского Hôtel-Dieu, уже оказавшие хирургии большие услуги и бывшие

---

[26] Lister. Медицинские и хирургические журналы, в особенности «Lancet» за 1867—1869 гг.

[27] Guérin (A.). Du rôle pathogénique des ferments dans les maladies chirurgicales. Nouvelle méthode de traitement des amputés. C. r. de l'Acad. sci., 78, 1874, p. 782—786. Ibid., 78, 1874, p. 1405—1408.

предметом очень сочувственного доклада в Парижской академии наук, изобретены их автором в результате размышлений, вызванных чтением моих исследований.

Комиссия, которой был передан доклад, поручила сделать Госселену[28] весьма разумные оговорки относительно творческих воззрений автора, потому что Герен действительно недостаточно обосновал их опытным путем. Но я не сомневаюсь, что, когда это будет сделано, факты подтвердят правильность и плодотворность точки зрения этого хирурга.

Д-р Декла * выработал целую систему лечения заразных болезней, основанную на применении одного из лучших антисептических средств — карболовой кислоты. Он исходил из предположения, внушенного ему, по его словам, также моими исследованиями над брожением и заключающегося в том, что каждая из заразных болезней вызывается специальным ферментом и что терапия и хирургия должны стараться помешать попаданию этих ферментов в жидкости животных организмов, а в случае проникновения их отыскивать *антиферменты* для их уничтожения, не причиняя, однако, вреда гистологическим элементам жидкостей и тканей.

Конечно, по этому пути, согласно авторитетному указанию Седийо[29], надо идти с большой осторожностью, но все же не подлежит сомнению, что чем дальше по нему подвигаются, тем более подтверждаются идеи, которые руководили открывшими их знаменитыми врачами. Я могу привести этому новый пример.

В 1874 г., после сообщения Госселена и Робена[30] в Академии наук о появлении аммиака в моче, я заметил[31], что надо было бы исследовать, не становится ли моча аммиачной вследствие присутствия

[28] Gosselin (K.) Sur un travail de M. Alph. Guérin... C. r. de l'Acad. sci., 80, 1875, p. 81—86.

[29] Sédillot (C). Des plaies du trépan et de leur pansement. C. r. de l'Acad. sci., 79, 1874, p. 1108—1124.

[30] Gosselin (L.) et Robin (A.). Recherches sur l'urine ammoniacale, ses dangers et les moyens de les prévenir. Ibid., 78, 1874, p. 42—46.

[31] Pasteur. Observations à l'occasion de note de MM. L. Gosselin et Robin. Ibid., p. 46—47.

в ней фермента брожения мочевины, обнаруженного некогда мною [32] и затем исследованного с редким талантом Ван-Тигемом в его докторской диссертации *. Мое предложение и мотивировавшие его соображения вызвали в Медицинской академии спор, в котором были высказаны противоречивые мнения. Я поспешил проверить их на фактах. И я не нашел ни одного больного с аммиаком в моче, в которой отсутствовал бы указанный возбудитель. Таким образом, мои предположения вполне оправдались.

Уже в 1864 г. в «Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie» было опубликовано наблюдение над мочой, содержавшей аммиак, когда она еще находилась в мочевом пузыре. Автор сообщения д-р Траубе [33] писал: «Прежде думали, что вследствие растяжения, вызываемого задержкой мочи, раздраженный мочевой пузырь вырабатывает больше слизи и эта слизь является ферментом, производящим разложение мочевины в силу химического действия. Такой взгляд должен быть оставлен после исследований Пастера. Этот ученый с полной несомненностью доказал, что аммиачное брожение мочевины, как и спиртовое и уксусное брожения, вызывается живыми существами, предварительное присутствие которых в сбраживаемой жидкости является непременным условием процесса. Указанный факт представляет собою замечательное подтверждение учения Пастера. Несмотря на продолжительную задержку мочи, щелочное брожение не было вызвано усиленным выделением слизи в мочевом пузыре; оно развилось только с того момента, как в мочевой пузырь проникли извне зародыши вибрионов».

В результате можно определенно сказать, что жидкости организма, например, кровь и моча, даже находясь еще в самих органах, могут дать убежище различным ферментам, когда в силу внешних причин зародыши ферментов проникают в эти жидкости. Последствием этого являются более или менее серьезные заболевания. С другой

[32] Pasteur. Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère.

[33] Traube. Sur la fermentation alcaline de l'urine. «Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie», 2 série, I, 1864, p. 233 (реф. по Berliner klinische Wochenschrift, I, 1864, N 2)

стороны, приходится допустить, что в здоровом состоянии тело животных защищено от доступа зародышей. Однако это последнее утверждение может стать убедительным только после непосредственных опытов. Извлечем же из вполне здоровых живых существ ту или другую часть их содержимого и откроем ее доступу чистого воздуха в том самом виде, в каком она находилась в ограннзме.

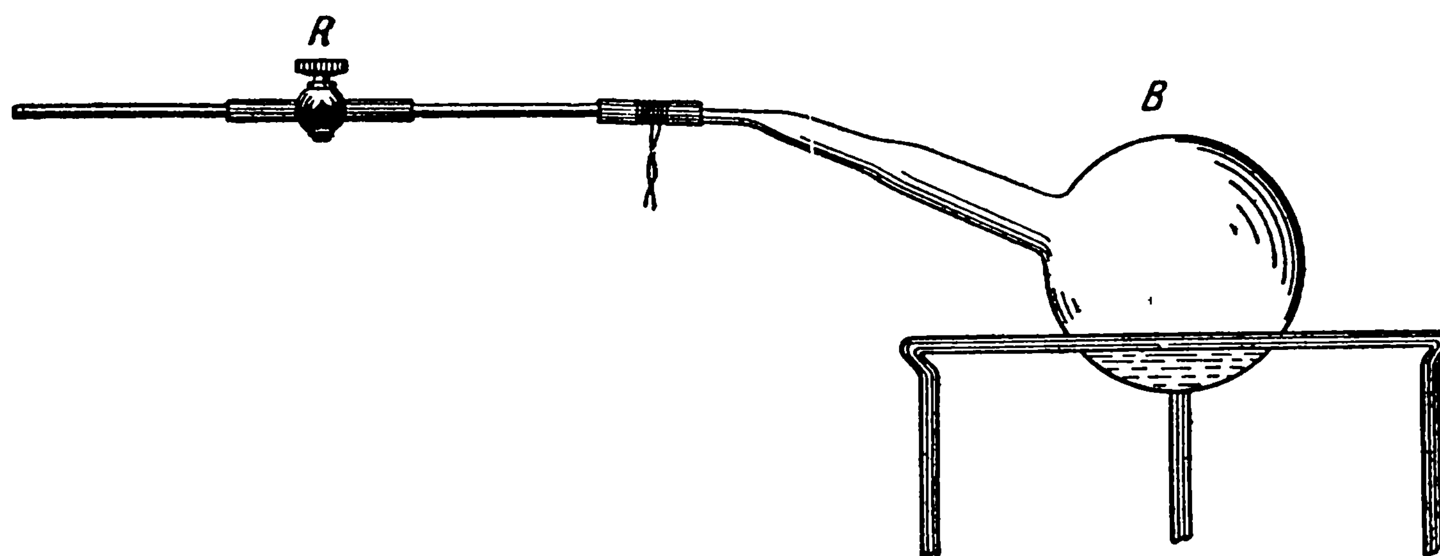


Рис. 73

Я пользовался для этого стеклянным баллоном, соединенным каучуковой трубкой с латунным краном, как изображено на рис. 73. Оба отростка крана имеют около 12 см длины. Свободный несколько заострен наподобие наконечника шприца. Чтобы очистить внутренность баллона от всяких зародышей, свободный конец латунной трубки соединяют с сильно нагретой платиновой трубкой, предварительно впустив в баллон небольшое количество воды, которую превращают в пар. Затем баллону дают остыть, и в него входит воздух, пропущенный через нагретую трубку (рис. 74).

Воду внутри баллона можно нагреть до температуры выше 100°, присоединив к свободному концу платиновой трубки стеклянную, согнутую под прямым углом трубку и погрузив ее в большей или меньшей мере в глубокую чашку со ртутью (рис. 75). В то время, когда вода кипит под давлением, погруженная в ртуть трубка отделяется от баллона; вода в баллоне продолжает кипеть под обыкновенным давлением; когда баллон охлаждается и мало-помалу наполняется воздухом, доведенным до высокой температуры, более чем

достаточной для того, чтобы сжечь всю заключающуюся в нем органическую пыль.

После того как баллон охладится, его отделяют от прибора, предварительно закрыв кран, и переходят к приготовлению других

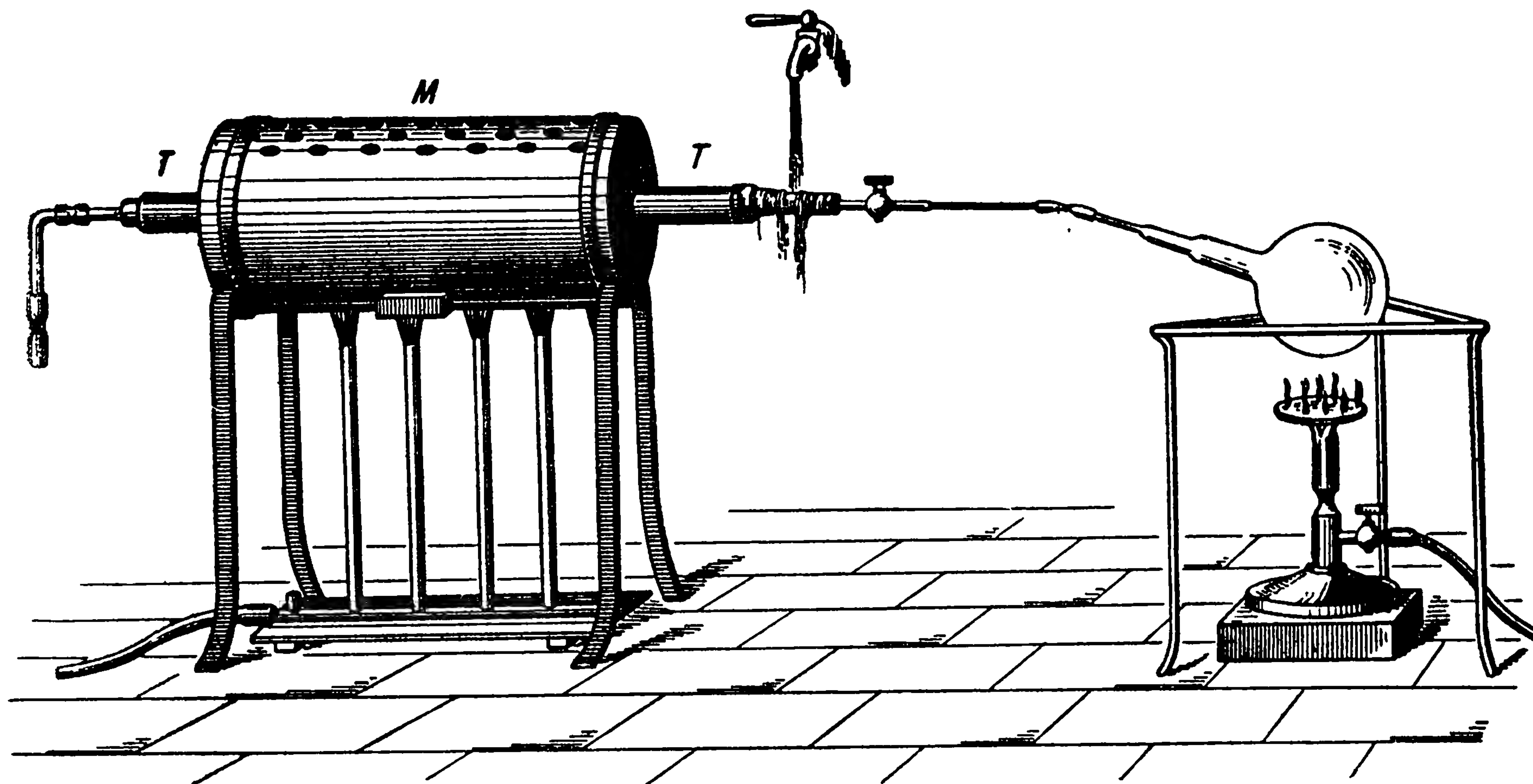


Рис. 74

таких же баллонов. Кран следует закрывать в то время, когда температура баллона еще на несколько градусов выше окружающего воздуха. Благодаря такой предосторожности воздух охлажденного баллона будет находиться под давлением меньшим, чем внешнее.

Свободный отросток крана вплоть до употребления баллона следует держать наклоненным книзу, чтобы предохранить его от проникновения пыли. Во всяком случае, приступая к опыту, отросток этот необходимо прогреть при помощи спиртовой лампы.

Если надо исследовать кровь, то ее следует взять у живого животного, например, у собаки. Мы открываем вену или артерию животного, делаем надрез, вводим в него свободный отросток крана, предварительно нагретый и охлажденный, укрепляем его в данной вене или артерии при помощи перевязки и затем открываем кран. Кровь втекает в баллон. Закрыв кран, мы ставим баллон в термостат

при определенной температуре. Мне удалось успешно проделать весь этот опыт, благодаря любезному содействию моего знаменитого собрата и друга Клода Бернара.

С мочой поступают приблизительно таким же образом. Конец свободного отростка крана вводят в мочевой канал. К моменту появления мочи кран поворачивают, и моча попадает в баллон, который наполняют приблизительно до половины или до трети.

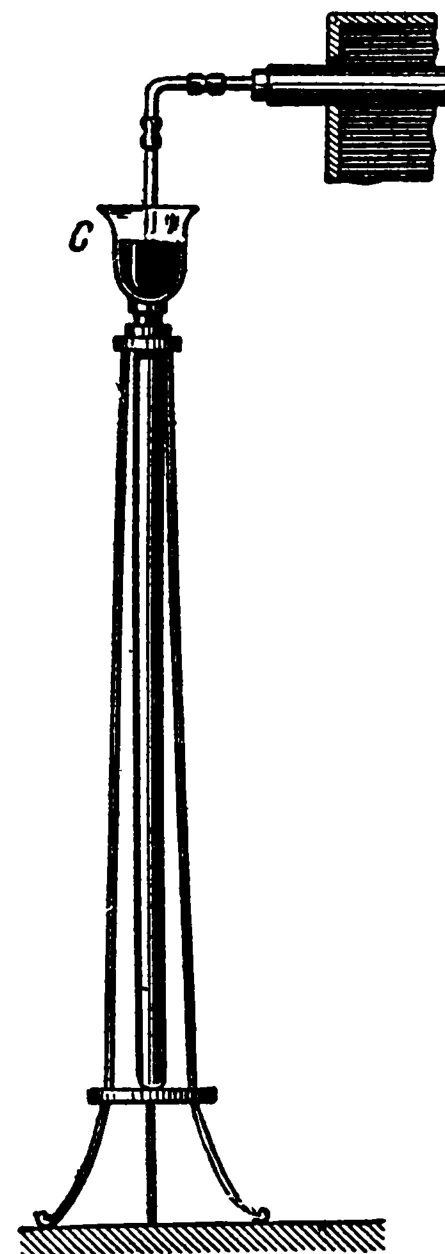


Рис 75

Вот результаты этих опытов.

Кровь не обнаруживает гниения даже при самой высокой температуре воздуха. Она сохраняет запах свежей крови или приобретает запах щелока. Прямое окисление веществ крови путем медленного сгорания идет, против ожидания, не очень активно. После пребывания баллонов при 25—30° в течение нескольких недель наблюдается поглощение всего только 2—3% кислорода, который заменяется почти равным количеством углекислоты [34].

С мочой происходит то же самое. Она не подвергается сколько-нибудь значительным изменениям; только цвет ее делается красновато-бурым. В ней отлагаются в небольшом количе-

[34] Я не могу обойти молчанием любопытные результаты, относящиеся к так называемым кристаллам крови. Нельзя найти лучшего метода для изготовления их в каком угодно большом количестве, по крайней мере, кристаллов собачьей крови, которые, кажется, легче всего получить.

При обстоятельствах, о которых я только что говорил, когда собачья кровь, оставленная в соприкосновении с чистым воздухом, совсем не загнивает, кристаллы образуются с замечательной быстротой. Начиная с первых дней пребывания в термостате, сыворотка при обыкновенной температуре медленно окрашивается в темно-бурый цвет. По мере того как это происходит, исчезают кровяные шарики, а сыворотка и сгусток наполняются вполне четкими кристаллами, окрашенными в бурый или красный цвет. Через несколько недель ни в сыворотке, ни в сгустке не остается ни одного кровяного шарика. Каждая кап-

стве кристаллы, но она не мутнеет и не обнаруживает гниения. Прямое окисление веществ мочи также происходит очень слабо. Через сорок дней анализ воздуха одного из баллонов дал:

Кислорода	19,2%
Углекислоты	0,8%
Азота	80,0%
	100,0%

Приведенные мною опыты над кровью и мочой в естественном состоянии относятся к 1863 г. * Десять лет спустя, в 1873 г., они получили ценное и замечательное подтверждение в результатах выдающейся работы, выполненной в моей лаборатории Гэйоном **, бывшим учеником Эколь Нормаль. Гэйон доказал, что все, что верно в отношении крови и мочи, верно также и в отношении содержимого яиц. Яичный белок, или желток, или белок и желток вместе могут неопределенно долгое время оставаться в соприкосновении со спокойным или находящимся в движении воздухом без всяких признаков гниения или какого бы то ни было брожения, без появления каких бы то ни было микроскопических организмов, при единственном условии полного удаления из воздуха органической пыли, зародышей плесеней, бактерий, вибрионов и т. п., которые в нем взвешены. Впрочем, это только часть важных фактов, установленных Гэйоном. Его исследования доказали, кроме того, что самопроизвольное гниение яиц всегда является результатом размножения организованных ферментов. Это опровергает, к счастью, совершенно противоположные выводы, сделанные Донне *** и Бешаном ****, согласно наблюдениям которых порча яиц происходит без всякого участия вибрионов и плесеней [35].

ля сыворотки содержит тысячи этих кристаллов, и в мельчайшей частице сгустка, раздавленной на предметном стеклышке, обнаруживается бесцветный, весьма эластичный фибрин, соединенный со скоплениями кристаллов, причем нигде нельзя найти ни малейшего следа кровяных шариков. Если ждать еще дольше, то иногда случается, что весь фибрин собирается в стекловидную массу, которая мало-помалу выделяет из себя все кристаллы.

[35] Gayon (U.). Réponses à M. Béchamp, relatives aux altérations spontanées des oeufs. C. r. de l'Acad. sci., 80, 1875, p. 674—675; 1096—1098. (Recher-

Излишне, я думаю, останавливаться на том, что результаты всех этих опытов над кровью, мочой и составными частями яйца находятся в прямом противоречии с учением о самопроизвольном зарождении, как и с большей частью современных теорий о происхождении ферментов.

До тех пор пока опыты, относящиеся к вопросу о так называемом самопроизвольном зарождении, производились над прокипяченными жидкостями, сторонники гетерогении могли утверждать, что такой материал не удовлетворяет условиям самопроизвольного возникновения жизни, но что с естественными органическими жидкостями дело должно обстоять иначе, что, будучи открыты доступу чистого воздуха, эти последние окажутся способными производить новые организмы, не происходящие от им подобных родителей. Эти новые гипотезы о самопроизвольном зарождении являются единственными, о которых, по моему мнению, еще можно было говорить после моего мемуара 1862 г. Они окончательно опровергаются приведенными только что фактами.

Те же факты доказывают полную несостоятельность гипотез Фреми и Трекюля о причинах брожения, выдвинутых ими за последнее время.

«Наряду с такими определенными первичными составными частями, как глюкоза, щавелевая кислота и мочевина, которые можно получить синтетически,— говорит Фреми,— существуют другие вещества, значительно менее стойкие, нежели предыдущие, но и значительно более сложные по составу. Они содержат все элементы органов. В них находят углерод, водород, кислород, азот, даже фосфор, сера, часто известь и щелочные соли. Этими телами являются альбумины, фибрин, казеин, вещества яичного желтка и т. д. Их нельзя получить путем химического синтеза. Невозможно, по-моему, рассматривать их как определенные первичные составные части. Я обозначаю их под общим названием *полуорганизованных тел*, потому что они находятся посередине между первичными составными частями и организованными тканями.

---

ches sur les altérations spontanées des oeufs). Annales scientifiques de l'Ecole Normale supérieure. 2 sér., IV, 1875, p. 205—302.

«Полуорганизованные тела, которые содержат все элементы органов, могут, как сухие зерна, сохраняться в состоянии органической неподвижности. Но они могут также выйти из этого состояния, если обстоятельства становятся благоприятными для органического развития. Благодаря жизненной силе, которой они обладают, они претерпевают тогда последовательные разложения и дают начало новым производным, порождая ферменты, образование которых обязано не *самопроизвольному зарождению, а жизненной силе,* предсуществующей в полуорганизованных телах. Ее действие просто продолжается, проявляясь в самых различных органических превращениях».

После того как Фреми развил эти гипотетические и туманные воззрения, он продолжает:

«Я их (полуорганизованные тела) не рассматриваю, следовательно, просто как источники питания для животных и растений, являющихся единственными возбудителями брожения. Но я приписываю им прямую роль, я допускаю, что под влиянием описанных выше обстоятельств [36] они могут стать вполне организованными в истинном смысле этого слова и производить ферменты, происходящие, как мы видели, не из зерна или яйца, но из полуорганизованного тела, жизненная сила которого стала активной» [37].

«Как видно, эти воззрения сильно отличаются от тех, которые развивал Пастер в своих работах, потому что мы считаем, что спиртовой и молочнокислый ферменты возникают из белкового вещества. Говоря здесь лишь о спиртовом брожении, я допускаю, что при производстве вина сам плодовый сок при доступе воздуха, благодаря изменению белкового вещества, дает начало зернам дрожжей, в то время как Пастер считает, что зерна дрожжей происходят из зародышей» [38].

---

[36] Среди этих влияний «одним из самых важных,— говорил Фреми,— является влияние органической тренировки»; еще одна бесплодная гипотеза.

[37] Fremy. Sur les corps hemiorganises. C. r. de l'Acad. sci., 58, 1864, p. 1165.

[38] Fremy. Intervention dans le débat relatif à la formation des ferments. Ibid., 73, 1871, p. 1425.

Я оспаривал эти странные, не подтвержденные ни единым строгим опытом предположения в Академии наук, куда они были представлены. Я напомнил по этому случаю указанные мною выше факты относительно крови и мочи. Более убедительных возражений против теории моего почтенного собрата действительно быть не может. Ведь в эти жидкости входят естественные белковые вещества, легко загнивающие и способные к брожению, а между тем они не порождают никаких ферментов при доступе воздуха, освобожденного от органической пыли.

Ни при каких известных нам обстоятельствах белковое вещество не превращается в дрожжи или в какие-либо другие организованные ферменты, и нет ничего, по моему мнению, более химерического, чем голословная гипотеза о «полуорганизмах».

И вот тому новые доказательства. На этот раз речь будет идти о жидкости, образовавшейся в процессе жизни растения.

§ 3. Опыты над соком, взятым изнутри ягоды винограда

При обсуждении в Академии вопроса о происхождении ферментов (возбудителей брожений) в собственном смысле этого слова много говорилось о брожении, которое известно с глубокой древности, именно о брожении вина. Я решил тогда же решающим опытом с виноградным соком нанести последний удар теории Фреми.

Я приготовил сорок баллонов вместимостью от 250 до 300 см^3 (рис. 72, см. выше), наполнил их до половины профильтрованным, совершенно прозрачным виноградным соком. Подобно всем кислым жидкостям, такой сок, если его прокипятить в течение некоторого времени, сохраняется без изменения целые месяцы или даже годы, хотя бы кончик изогнутой трубки баллона и оставался открытым.

Я обмываю несколькими кубическими сантиметрами воды либо всю виноградную кисть целиком, либо одни ягоды, либо, наконец, ягоды вместе с веткой и даже одну ветку без ягод. (Для обмывания следует пользоваться совершенно чистой кисточкой: в воду попадает

тогда вся пыль с поверхности ягод и веточки.) Под микроскопом можно легко установить, что эта вода содержит массу организованных телец, похожих на споры плесеней, спиртовые дрожжи, *mycoderma vini* и т. п.[39] В дальнейшем десять баллонов из сорока оставляются в качестве контрольных. В десять других через прямую трубку каждого баллона вносится несколько капель воды, в которой обмывалась виноградная кисть; в следующие десять — несколько капель той же воды, предварительно прокипяченной. Наконец, в каждый из остальных десяти баллонов опускается по капле виноградного сока, взятого из самой середины цельных ягод. Для этого прямая трубка каждого из десяти баллонов загибается, конец ее вытягивается в тонкое острие и запаивается (рис. 76, *A*). Тонкое закрытое острие, на котором была сделана напильником черточка, втыкается (см. на рисунке *B)* в виноградину, положенную на что-нибудь твердое. Когда чувствуют, что острие *b* прикасается к подставке, на него слегка нажимают так, чтобы отломать его по черте *a*. Тогда, если только воздух в баллоне находился под уменьшенным давлением, капля сока изнутри ягоды попадает в баллон, после чего кончик вынимают и немедленно запаивают. Достигнуть уменьшенного давления в баллоне можно следующим способом. Нагревают руками или лампой стенки баллона, вследствие чего небольшое количество воздуха выходит через открытый кончик изогнутой трубки, затем запаива-

---

[39] Это наблюдение было уже сделано Антоном де-Бари и Г. Гофманом. «Если поскоблить,— говорит Гофман,— тупым скальпелем поверхность ягоды смородины, а затем перенести эти соскобы (они беловатые) под микроскоп, то среди всякого рода бесформенной грязи, частиц земли и т. п. обнаруживают те же споры грибов, которые находят в выжатом соке. Только здесь их обнаруживают в несравненно большем количестве. Одни из них коричневаты (*stemphylium, cladosporium*), другие бесцветны. Эти последние имеют округлую, яйцевидную, несколько цилиндрическую или веретенообразную форму. Большинство из них похожи на членики четок *oidium, monilia, torula,* которые, вероятно, оторвавшись, были унесены ветром и прикрепились к плоду, иными словами, они похожи на споры гифомицетов. Некоторые из этих спор уже снабжены короткими проросшими нитями. (Hoffmann (H.). Études mycologiques sur la fermentation. Annales des sciences naturelles (Botanique), 4 sér. 13, 1860, p. 19—44).

ют последнюю и охлаждают баллон. Описанным выше способом, таким образом, становится возможным засасывание сока изнутри ягоды.

Проникнувшая в баллон капля сока целиком остается обыкновенно в изогнутой части трубки. Для того, чтобы смешать ее с соком, баллон наклоняют, что приводит сок в соприкосновение с каплей, затем ставят баллон в нормальное положение.

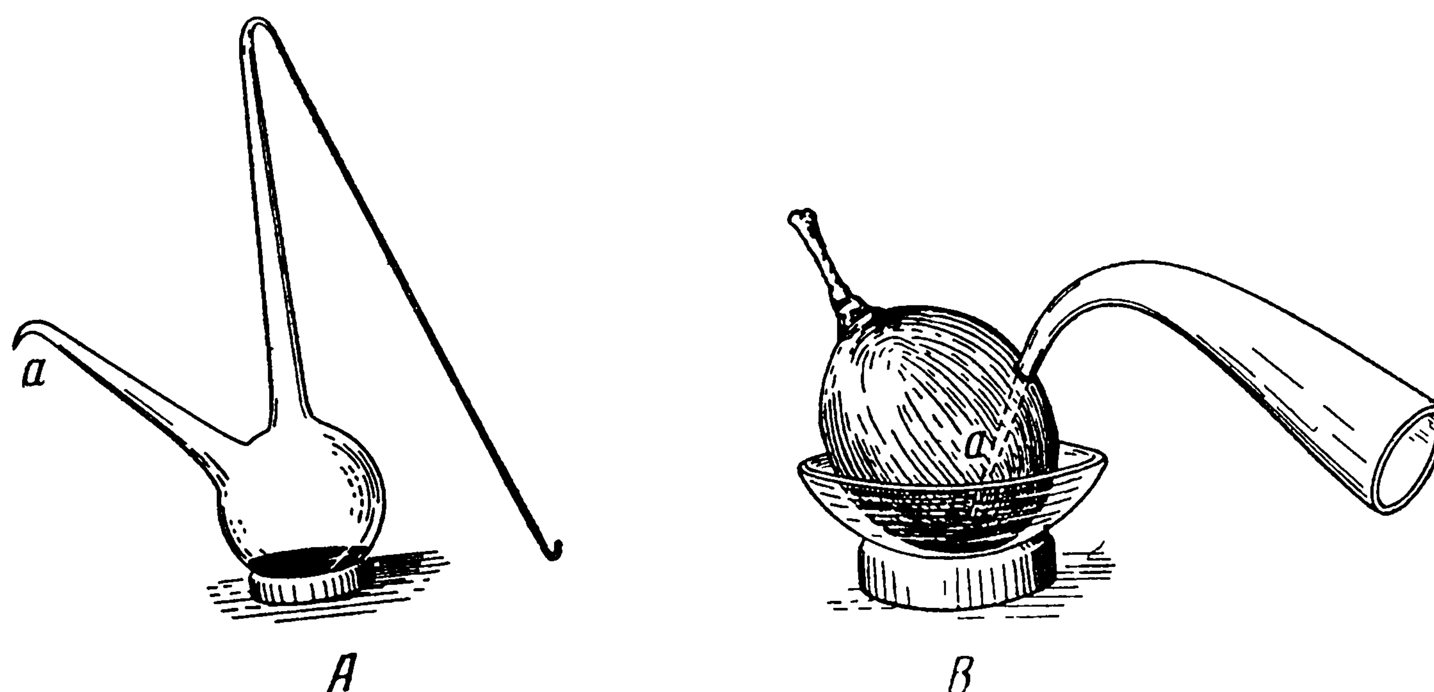


Рис. 76

Вот результаты, полученные в этих четырех сериях параллельных опытов.

В первых десяти баллонах (контрольных, содержащих виноградный сок, прокипяченный при доступе чистого воздуха) не появляется никаких организмов. Виноградный сок может оставаться в них без всякой порчи неопределенно большое число лет. Во всех без исключения баллонах второй серии (в которые была внесена вода, обмывавшая ягоды и ветки) наступает спиртовое брожение, начинающееся, если дело происходит летом, уже через несколько суток. Одновременно с появлением дрожжей, которые мало-помалу соединяются вместе и оседают на стенках баллона, образуются маленькие хлопья мицелия то одной, то другой, а иногда и нескольких плесеней вместе, не имеющих ничего общего с дрожжами. Часто на поверхности жидкости через несколько дней показывается также *mycoderma vini*. Вибрионы и возбудители молочнокислого брожения в собственном смысле

этого слова, в связи со свойствами виноградного сока, появиться в нем не могут.

Баллоны третьей серии (заключающие в себе ту же омывавшую виноград воду, но предварительно нагретую до кипения) сохраняются без всякого изменения, как и первые баллоны. Наконец, баллоны четвертой серии (в которые внесен сок изнутри виноградины) обычно также остаются невредимыми, хотя и не всегда можно устранить неизбежные при таких деликатных опытах ошибки.

Опыты эти не оставляют ни малейшего сомнения в том, что:

прокипяченный виноградный сок никогда не бродит при доступе воздуха, освобожденного от обычно взвешенных в нем зародышей;

прокипяченный виноградный сок бродит, если в него внесена, хотя бы в самом незначительном количестве, вода, которой были обмыты ягоды или кисти винограда;

виноградный сок не бродит, если в него внесена та же вода, предварительно нагретая до кипения и затем охлажденная;

виноградный сок не бродит, если к нему прибавлено очень небольшое количество сока, взятого изнутри виноградной ягоды[40].

Таким образом, дрожжи, вызывающие брожение винограда при производстве вина, попадают с поверхности, а не изнутри ягод. Этот факт совершенно разрушает гипотезу Трекюля и Фреми, согласно которой белковое вещество превращается в дрожжи под влиянием присущей ему жизненной силы. С еще бо́льшим основанием должна

---

[40] Опыты, о которых мы говорим, позволяют сделать полезное замечание. Все органические жидкости, кипяченые или некипяченые, в конце концов фиксируют кислород воздуха. В то же время, конечно, под этим влиянием они принимают янтарную или, более или менее, бурую окраску, но этот результат может иметь место только в том случае, если жидкость будет помещена в условия, при которых она не подвергается порче. Если есть возможность сбраживания или развития плесеней, то жидкость остается почти бесцветной. Нет никакого сомнения, что отсутствие окраски должно быть приписано тому, что организмы забирают себе кислород, необходимый для окраски. В опытах с виноградным суслом, о котором я только что упоминал, все баллоны серий, оставшихся нетронутыми, окрашиваются в бледный желто-бурый цвет. Все те, которые бродят или покрыты плесенью, бесцветны или почти бесцветны.

быть отброшена теория Либиха о превращении белкового вещества в ферменты путем окисления.

Читатель спросит, что же мог противопоставить Фреми таким убедительным опытам? Это довольно трудно себе представить.

«В опытах, которые я варьировал до бесконечности,— говорит он, — я нашел, что в одной капле виноградного сока почти невозможно вызвать заметное спиртовое брожение, и я добавляю, что это брожение должно быть еще более трудным, когда эта капля погружена в значительное количество предварительно подвергнутого кипячению сока» [41].

Не был ли я вправе говорить, начиная этот параграф, что я разрушу противопоставленную мне теорию, ибо, чтобы ее поддерживать, необходимо прибегнуть к гипотезам, так явно противоречащим истине?

На заседании, следовавшем за тем, на котором г. Фреми сделал свою декларацию *о маленьких количествах, которые не бродят*, я, чтобы пошутить и доставить себе удовольствие, принес множество очень малых запаянных ампул, в каждую из которых ввел вдуванием каплю сусла из раздавленных виноградных ягод. Я отломил на заседании Академии тонкие концы некоторых из них, и у всех резким, слышным на расстоянии, свистом обнаружилось брожение капли жидкости. Фреми при этом присутствовал и хранил молчание.

Приведу довольно любопытные данные относительно того, с какого времени маленькое растение, доставляющее дрожжи, оказывается уже в состоянии вызвать брожение.

25 июля 1875 г. виноград в окрестностях Арбуа (Юра) еще совершенно не созрел и виноградины по величине не превышали горошин. В одном из виноградников, вдали от всяких дорог, я срезал острыми ножницами несколько виноградин так, что они вместе с плодоножками упали прямо в пробирки, до половины наполненные соком смородины, предварительно прокипяченным и, следовательно, застрахованным от порчи. Пробирки, закрытые пробками, со всевозможными предосторожностями проведенные через пламя спиртовой

[41] Fremy. (Recherches sur les fermentations). C. r. de l'Acad. sci., 75, 1872, p. 973—981.

горелки, были принесены в лабораторию и оставлены там. В следующие за тем дни в большинстве пробирок появились различные плесени, но ни в одной из них не обнаружилось ни малейших признаков брожения. Значит, в это время года зародышей дрожжей ни на ветках кистей, ни на ягодах еще не бывает. Я вернусь к такого рода наблюдениям в V главе.

§ 4. Пивное сусло и виноградное сусло, подвергнутые действию обыкновенного воздуха

Если выдвинутые мною положения отвечают истине в той мере, как я это считаю, если причина порчи жидкостей, содержащих органические вещества, действительно лежит вне их, если порча зависит от природы и количества попавшей откуда-нибудь пыли, если характер этой порчи, кроме того, сильнейшим образом изменяется в зависимости от состава жидкости, то соприкосновение пивного сусла или виноградного сока с воздухом должно неизбежно вызывать, особенно вначале, либо появление различных микроскопических организмов и возникновение различных брожений, либо, при других обстоятельствах, сохранение полной их стерильности. Действительно, прямые опыты подтверждают все эти предположения. Но прежде чем входить в подробности новых наблюдений, я должен подчеркнуть те большие трудности, с которыми часто сопряжено правильное объяснение фактов самопроизвольного появления организмов в жидкостях органического состава.

Гей-Люссак раздавил несколько ягод винограда под колоколом, наполненным ртутью, предварительно пропустив через него струю водорода, чтобы удалить прилегающий к его стенкам и к ягодам воздух. Видя, что в течение нескольких недель после этого брожение не начинается, он ввел под колокол несколько пузырьков кислорода: брожение обнаружилось в ближайшие же дни. Гей-Люссак вывел из этого заключение, что «брожение виноградного сусла не может возникнуть без помощи кислорода» [42].

---

[42] Gay-Lussac. (Extrait d'un Mémoire sur la fermentation). Annales de chimie, 76, 1810, p. 245—259.

Для тех условий, в которых он производил свой опыт, это совершенно верно, и приходится только восхищаться сдержанностью, с которой великий физик отнесся к интерпретации замеченного им факта. Но вот другой французский физик, Каньяр-де Латур *, обнаруживает, что фермент спиртового брожения представляет собою маленькое одноклеточное растение. Откуда могли они взяться в опыте Гей-Люссака? Сторонники учения о самопроизвольном зарождении не смутились. Мы уже упоминали о том, что Трекюль и Фреми, вслед за многими другими, не задумываясь, заявили, что растеньице, вызывающее брожение, образуется в результате действия кислорода на белковое вещество виноградного сока. Однако опытами, описанными в предыдущей главе, мы твердо установили, что на поверхности винограда находятся обыкновенно зародыши виноградных дрожжей и что поэтому опыт Гей-Люссака имеет более простое и естественное объяснение. Зародыши дрожжей, находящиеся на поверхности ягод, при раздавливании последних смешиваются с соком винограда. Они остаются инертными в атмосфере водорода и начинают развиваться, как только вводится кислород.

Результаты моей работы 1862 г. о *самопроизвольном* зарождении ** показывают, что в опыте Гей-Люссака дрожжи могли попасть либо из пыли со стенок стеклянного колокола, либо из пыли, приставшей к ртути, так как в лаборатории, где производятся исследования над спиртовым брожением, в ртуть всегда могут попасть клетки дрожжей. Необходимость кислорода для успеха опыта может показаться удивительной, так как мы знаем, что спиртовое брожение часто происходит без доступа воздуха. Но мы на опытах докажем, что, независимо от самого процесса брожения, присутствие кислорода оказывает чрезвычайно большое влияние на развитие дрожжей и является необходимым условием регенерации состарившихся клеток и, еще более, для прорастания тех специфических клеток, которые представляют собою истинные зародыши растеньица.

Задолго до Гей-Люссака были сделаны наблюдения, что атмосферный воздух имеет большое влияние на брожение. См. статьи Chevreul по истории химии в «Journal des savants» (1859, p. 694—712; 1860, p. 40—50, 625—645, 677—698).

Большая часть возражений, с помощью которых сторонники самопроизвольного зарождения тщетно пытаются опровергнуть своих противников, зиждется опять-таки на ошибочном толковании некоторых фактов, относящихся к самопроизвольному появлению организмов в органических настоях. Имея весьма неточное представление о сущности явлений, они хотят доказать, что теория о проникновении микроскопических организмов извне должна признавать присутствие в любой точке пространства одновременно всех зародышей, способных развиваться во всевозможных жидкостях, что, конечно, было бы нелепостью. Они думают или делают вид, что думают, например, будто зародыши виноградных дрожжей существуют повсюду, во все времена года, как на берегах рек, так и на вершинах высочайших гор и т. д. «Брожения,— говорил однажды один из них в Академии *,— не могут зависеть от случайного присутствия атмосферной пыли. Разве можно себе представить, чтобы повсюду были зародыши дрожжей, всегда готовые попасть в виноградное сусло?» Несомненно, что в винограде, раздавленном в любом месте земного шара, хотя бы даже на леднике на самой большой высоте, может начаться брожение. Однако объяснение такого, казалось бы, невероятного факта найти просто, так как мы уже знаем, что ягоды винограда несут на своей кожице зародыши этих ферментов.

Во всех исследованиях, касающихся интересующих нас организмов, следует обращать особое внимание на пыль, покрывающую предметы, с которыми приходится манипулировать. Очень часто причину заражения видят в зародышах из воздуха, тогда как она кроется в зародышах, имеющих иногда другое происхождение, например, осевших на сосудах и других предметах, применяемых в опыте. В моей работе 1862 г., уже много раз цитированной, я показал, что невозможно делать сколько-нибудь серьезные выводы из опытов, произведенных в присутствии ртути, так как органическая пыль всегда загрязняет этот металл и вместе с ним проникает в сосуды, вызывая порчу, которую легко отнести на счет гетерогении **.

Во всех классических работах любят приводить опыт Аппера ***, повторенный Гей-Люссаком. Неверное толкование этого опыта привело к гипотезе о повсеместном распространении в атмосферном

воздухе, если можно так выразиться, причины, вызывающей брожение [43].

После переливания виноградного сока, хранившегося по методу Аппера, из одних бутылок в другие в последних сразу же начинается брожение. Вот сущность опыта, описываемого Гей-Люссаком. Если бы было доказано, что во время переливания сок соприкасался исключительно с воздухом, как это думал Гей-Люссак, то действительно пришлось бы допустить, что сок заразился дрожжами из воздуха. Если бы, с другой стороны, опыт удавался в любом месте, то мы принуждены были бы заключить, что зародыши дрожжей распространены повсюду в атмосферном воздухе.

«Я взял,— говорит Гей-Люссак,— бутылку с виноградным суслом, консервированным в продолжение года и совершенно прозрачным. Я перелил сусло в другую бутылку, которую я также закупорил, и поместил при температуре от 15 до 30°. Через восемь дней сусло потеряло свою прозрачность. В нем началось брожение, и скоро оно оказалось превращенным в имеющую вкус вина жидкость, пенящуюся, как лучшие вина Шампани. Другая бутылка сусла, сохранявшаяся в течение года, как и предыдущая, но не находившаяся в соприкосновении с воздухом, не обнаружила никаких признаков брожения, несмотря на то, что была помещена в чрезвычайно благоприятные для его развития условия».

Поставленный grosso modo опыт, как сообщает Гей-Люссак, удался. Другими словами, можно считать доказанным, что всякое лицо, которое во время сбора винограда заготовит по методу Аппера бутылки с виноградным суслом, а потом станет открывать их и переливать содержимое в другие бутылки, вскоре увидит, что сусло бродит и в нем появляются дрожжи. Но не менее достоверно, что выводы, сделанные из этого знаменитого опыта, совершенно ошибочны, и что зародыши дрожжей только в очень редких случаях попадают в сок из пыли, находящейся в воздухе. Эти зародыши чаще всего проникают, по-моему, не из воздуха, а со стенок бутылок, с пробок,

---

[43] Gay-Lussac. (Extrait d'un Mémoire sur la fermentation) Annales de chimie, 76, 1810, p. 245—259.

с проволоки, удерживающей пробки, со штопора и т. п. Ведь в каждом помещении, где работают с виноградом и виноградным суслом, в погребе, подвале, лаборатории, все принадлежности, если только не были приняты особые предосторожности,— не приходившие, конечно, в голову ни Апперу, ни Гей-Люссаку,— вся одежда, все бутылки, к которым притрагивались руками, заражены клетками дрожжей, попавшими из перебродившего сусла и с поверхности ягод винограда. Поэтому в момент переливания сусла тысячи случайных обстоятельств могут содействовать внесению в него зародышей дрожжей, первоначальным источником которых является в конечном счете сам виноград. Другими словами, я считаю ошибочным заключение относительно того, что зародыши дрожжей, обусловливающие успех опыта, о котором идет речь, попадают из пыли воздуха того самого помещения, где производится переливание сусла из одних бутылок в другие.

После того как эти строки были написаны, я решил, в подтверждение сказанного, повторить опыт Гей-Люссака, поставив его так, чтобы, меняя условия, я мог с полной несомненностью получать или положительные или отрицательные результаты.

7 декабря 1874 г. я взял две бутылки виноградного сусла, хранившегося по методу Аппера в моей лаборатории с начала октября 1873 г.; обе они были покрыты пылью. Переливание было произведено в первом случае без особых предосторожностей. Я откупорил бутылку обыкновенным штопором и вылил ее содержимое в другую бутылку, за две недели перед этим вымытую и опрокинутую на полку наряду с другими. Не было принято никаких мер предосторожности, чтобы удалить пыль, покрывавшую наружные стенки первой бутылки, и чтобы совершенно очистить другую. Во втором случае сусло переливалось, наоборот, после того, как была удалена покрывавшая бутылку пыль, после того как пробка ее была отрезана по уровню горлышка, и после того, как горлышко, пробка и штопор были проведены через пламя. Бутылку, в которую сусло переливалось, я поместил на минуту в водяную баню при 100°, затем опрокинул ее и поставил охлаждаться. После охлаждения в нее было вылито сусло из второй бутылки.

В первой бутылке в ближайшие же дни на уровне жидкости и на дне появились микроорганизмы, а 16 декабря обнаружились и первые признаки спиртового брожения. Что касается второй бутылки, то она до сих пор еще совершенно не изменилась, несмотря на пребывание в течение нескольких месяцев в термостате.

Что может быть убедительнее этих фактов? И как хорошо они согласуются с только что приведенными мною взглядами о причинах порчи органических жидкостей, которые я отстаиваю уже около двадцати лет!

Можно ли, следовательно, говорить, что в атмосферном воздухе нет взвешенных зародышей дрожжей, образующих пыль? Без сомнения, они существуют и в этом состоянии. Но они обычно относительно малочисленны, потому что их изобилие или недостаток также находятся в связи с обстоятельствами, которые могут, как мы покажем, содействовать увеличению или уменьшению их количества.

2 мая 1873 г. раскупориваются две наполненные пивным суслом бутылки, приготовленные по методу Аппера еще в декабре 1872 г. Чтобы избежать ошибок, о которых я говорил, раскупоривание бутылок производят следующим образом. Пробку срезают на уровне горлышка. Горлышко, выступ на нем и пробку проводят через пламя, не боясь сжечь и обуглить последнюю. Затем проведенным через пламя пробочником медленно вытягивают пробку.

Приготовленные таким образом бутылки ставятся на стол в подвальном этаже, где постоянно производятся все работы со спиртовым брожением.

Первая бутылка. 7 мая — островки плесени на поверхности жидкости и большие клочья мицелия на дне.

11 мая — кроме того, образовалась пленка *mycoderma vini.* Брожения нет.

13 мая — активное брожение (продолжавшееся до 23 мая). Микроскоп показывает дрожжевые клетки двух размеров, более крупные клетки в значительно меньшем количестве, нежели мелкие. Отсутствие молочнокислого и маслянокислого фермента.

Вторая бутылка. 7 мая — островки плесени на поверхности жидкости и пленка *mycoderma vini.* 11, 13... 23 мая — брожения еще нет.

30 мая — активное брожение. Под микроскопом дрожжи оказываются смешанными с маслянокислым вибрионом.

В этом случае зародились спиртовые дрожжи. Благодаря предосторожностям, принятым в момент, когда жидкость в бутылках пришла в соприкосновение с окружающим воздухом, появление зародышей дрожжей, как и других организмов — плесеней, *mycoderma vini*, вибрионов,— может быть приписано лишь попаданию пыли, носящейся в воздухе зала. Итак, при определенных условиях дрожжевые зародыши находятся во взвешенном состоянии в воздухе. Но легко убедиться, что большое значение для результатов предшествующих опытов имели особые условия помещения.

В тот же день, 2 мая 1873 г., были раскупорены с указанными предосторожностями четыре другие бутылки с тем же суслом. Они были помещены в зале, менее посещаемом, нежели предыдущий, где редко производились работы, относящиеся к брожению.

Первая бутылка. 8 мая — на поверхности жидкости толстый, напоминающий пену, мицелий *mucor mucedo* или *mucor racemocus*. Жидкость прозрачна [44].

30 мая, строго говоря, еще нет брожения в собственном смысле этого слова.

Вторая бутылка. 8 мая — тонкая, на вид жирная пленка; кислый запах; жидкость мутная. Микроскоп показывает, что пленка образована *mycoderma aceti*. 30 мая — пленка беловатая и кажется мертвой. Она несет зеленое пятно *penicillium glaucum*. Брожения нет.

Третья бутылка. 8 мая — островки плесени на поверхности жидкости. 30 мая — плотная и обильная плесень. Брожения еще нет.

Четвертая бутылка. 8 мая — маленькие островки плесени и пленка *mycoderma vini*. 30 мая — еще нет брожения.

До августа 1873 г. ни одна бутылка не дает ни малейших признаков спиртового или иного брожения.

16 декабря 1872 г. раскупориваются четыре бутылки пивного сусла, также хранившиеся по методу Аппера, и помещаются при 25° в

---

[44] Следует заметить, что плесени, в настоящем смысле этого слова, быстро делают пивное сусло прозрачным. Можно сказать, что своим развитием они осветляют сусло, которое служит для их питания.

термостат, где постоянно находятся сосуды с бродящей жидкостью, но где не производят работ, связанных с засевом дрожжей или изучением продуктов брожений. В последующие дни появляются плесени, а брожение отсутствует. Это положение вещей длится в течение пяти месяцев, по истечении которых наблюдение заканчивается.

26 мая 1873 г. открываются с указанными выше предосторожностями десять бутылок с пивным суслом, сохранявшихся с 9 апреля; затем их оставляют в зале, где постоянно работают над изучением брожений.

В последующие дни на поверхности жидкостей появляются островки плесени.

30 мая — начало брожения в одной из бутылок.

31 мая — вторая бутылка также начинает бродить.

9 июня — четыре бутылки, включая две предыдущие, находятся в брожении. Обожженной бумагой, взятой из середины стопы, закрывают все шесть бутылок, которые еще не бродят. В последующие дни, до 1 августа, когда были прекращены наблюдения, эти шесть бутылок не бродили.

Из этих примеров, подтвержденных еще многими другими, которые я буду иметь случай упомянуть в этой работе, явствует, что не во всех точках пространства находятся зародыши спиртовых дрожжей, всегда готовые упасть на все предметы. Это не бывает даже в тех местах, где постоянно производят такого рода работы [45]. Если опыты производят тщательно, то скоро убеждаются, что все, что писалось о легкости, с которой начинает бродить сахаристое сусло, оставленное в соприкосновении с окружающим воздухом, было преувеличено.

Зародыши ферментов, особенно спиртовых дрожжей, дрожжей винограда, пивных дрожжей, далеко не так часто встречаются в атмосферном воздухе и в пыли, покрывающей поверхность предметов,

[45] В моем мемуаре о самопроизвольном зарождении я уже указал, что при посеве кусков ваты или асбеста, загрязненных воздушной пылью, в сахаристое сусло при свободном доступе воздуха не получали спиртового брожения. Источником пыли в опытах, о которых я говорю, являлся не воздух лаборатории, а воздух соседней улицы.

как споры плесеней. Это легко понять, потому что споры являются обычно воздушными органами в сухом состоянии; малейшее дуновение подымает и уносит их, в то время как дрожжи образованы влажными клетками, трудно поддающимися высушиванию.

Баллоны, частично наполненные органическими жидкостями, лишенные воздуха, когда их открывают и затем снова закрывают, часто дают плесени и очень редко спиртовое брожение, хотя в этом отношении они далеко не вполне стерильны, чему я хочу привести доказательства.

19 июня 1872 г. приготовляют семь баллонов с подсахаренной дрожжевой водой. Баллоны с вытянутой шейкой, вместимостью каждый в 300 см^3, содержавшие по 100 см^3 жидкости, были закрыты во время кипячения после того, как пар вытеснил внутренний воздух.

29 июня их открывают в главной комнате моей лаборатории 9 июля два баллона из семи не дали организованных образований. Другие содержат либо мицелий, погруженный или плодоносящий на поверхности жидкости, либо бактерии, иногда присоединяющиеся к хлопьям мицелия. В двух баллонах обнаруживают на дне жидкости белые тяжи, что указывает на присутствие спиртовых дрожжей или, чаще, маленького одноклеточного растения такой же формы, только чисто аэробного, иными словами, неспособного к брожению. Через несколько дней видно, как со дна одного из баллонов подымаются пузырьки газа. Брожение заставляет скоро открыть баллон, чтобы его не разорвало. Вот изображение этих дрожжей (рис. 77).

Другой баллон с белыми тяжами не дал начала никакому брожению.

При такого рода наблюдениях редко удается получить обильно размножающиеся дрожжи, потому что при небольшом количестве дрожжевых зародышей, взвешенных в воздухе, оперируют со слишком ограниченным объемом последнего.

Успех более вероятен, если сахаристую жидкость с довольно большой поверхностью оставить на воздухе, потому что при этих обстоятельствах, даже при непродолжительном стоянии, значитель-

ный объем воздуха придет в соприкосновение с поверхностью жидкости.

29 мая 1873 г. в пять часов вечера в подвальном этаже на высоте 50 см помещают десять фарфоровых кювет, поверхность которых равна 250—300 см^2. Их только что вынули из кипящей воды. В каждую

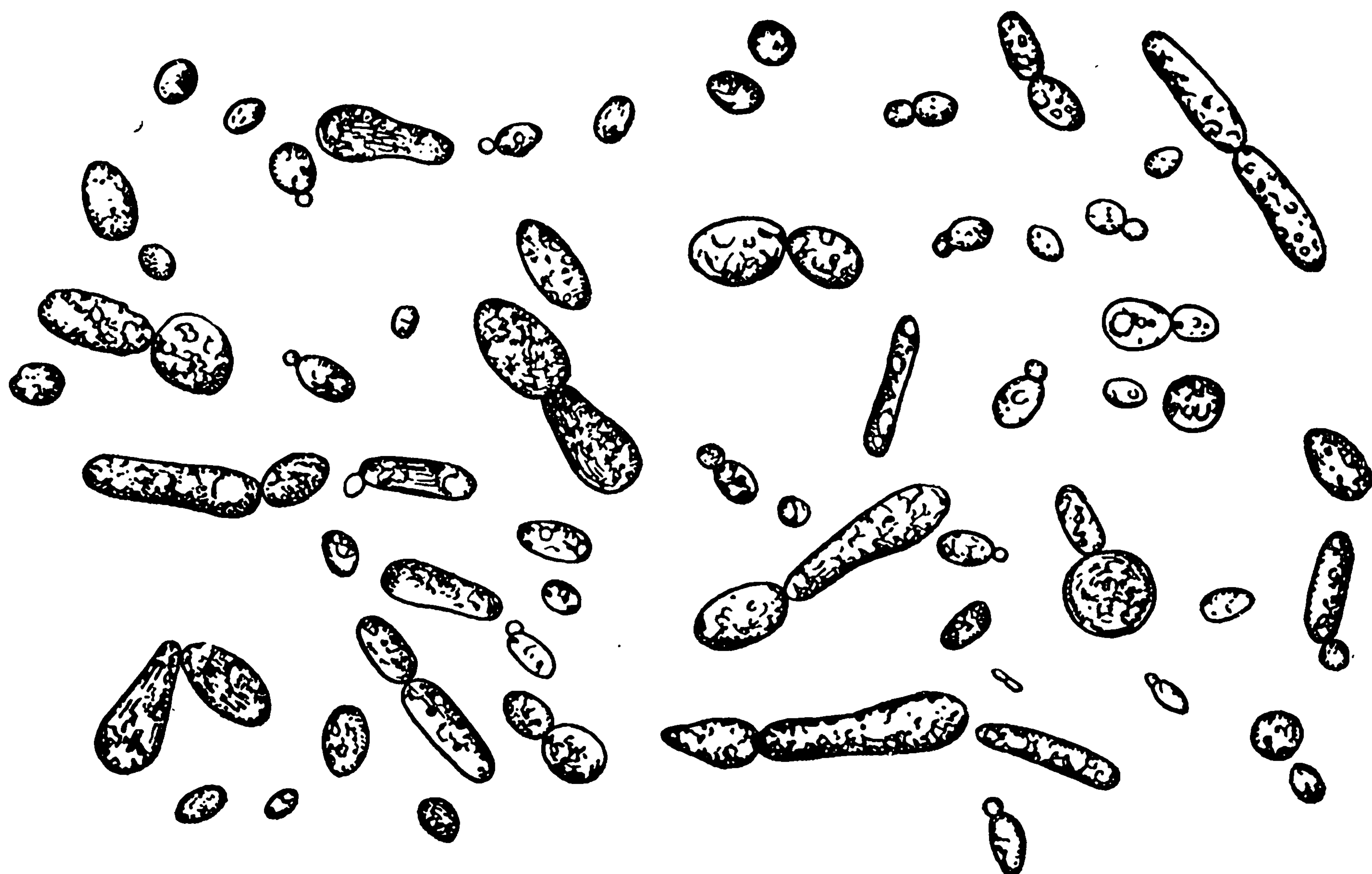


Рис. 77

после охлаждения наливают слоем около 1 см пивное сусло, полученное из бутылок, откупоренных со всеми необходимыми предосторожностями, чтобы в соприкосновение с суслом пришла только летающая пыль. 30-го в 5 часов вечера, иными словами, после 24-часового стояния в соприкосновении с комнатным воздухом, содержимое каждой кюветы отдельно выливается в баллон с длинной шейкой, вынутый из кипящей воды и остуженный с опрокинутой вниз шейкой. Внешний угол кюветы, через который сливается жидкость, и воронка (для каждого баллона должна иметься отдельная воронка) должны быть

проведены через пламя. Эти десять баллонов помещаются в термостат при 25° [46].

Уже 1 июня шесть баллонов показывают признаки брожения. 2 июня все баллоны бродят.

Вот некоторые из многочисленных микроскопических наблюдений над жидкостями и их осадками.

1 июня на поверхности жидкости в одном из забродивших баллонов появляется сплошная пленка *mycoderma vini,* покрывающая сплетение мицелиальных нитей другой плесени. Ни в жидкости, ни в осадке не заметно клеток пивных дрожжей, но поле микроскопа заполнено легко подвижными, несколько короткими и толстыми, маслянокислыми вибрионами, длина которых вдвое превышает их поперечник. Брожение оказывается исключительно маслянокислым.

2 июня другой забродивший баллон не дает вибрионов, а только спиртовые дрожжи в небольшом количестве, много молочнокислых дрожжей в виде маленьких, суженных неподвижных члеников и, наконец, тонкие нити, похожие на изображенные на рис. 67 № 1—2.

3 июня я исследую жидкость из баллона, в котором идет наиболее активное брожение. Кроме хлопьев плесени, развитие которых приостановлено недостатком воздуха, там находится, по меньшей мере, пять различных образований, которые изображены на рис. 78.

aaa... Большие клетки спиртовых дрожжей, размеры которых указаны на рисунке. Так, $\frac{13}{450}$ обозначает, что длина членика равна $\frac{13}{450}$ мм, и т. д.

bbb... Маленькие спиртовые дрожжи, появление которых обычно в сусле кислых и сахаристых плодов, в частности в профильтрованном виноградном сусле. Размеры их были здесь от 1 до $1\frac{1}{2}$ или $\frac{2}{450}$ мм[47].

---

[46] Переливание в баллоны необходимо, потому что в кюветах брожение могло бы быть маскировано. См. дальше примечание на стр. 591.

[47] Эти маленькие дрожжи очень интересны, хотя они и не имеют большого значения для брожений промышленного характера. Я их изобразил в первый раз в 1862 г. (Pasteur. Quelques faits nouveaux au sujet des levures

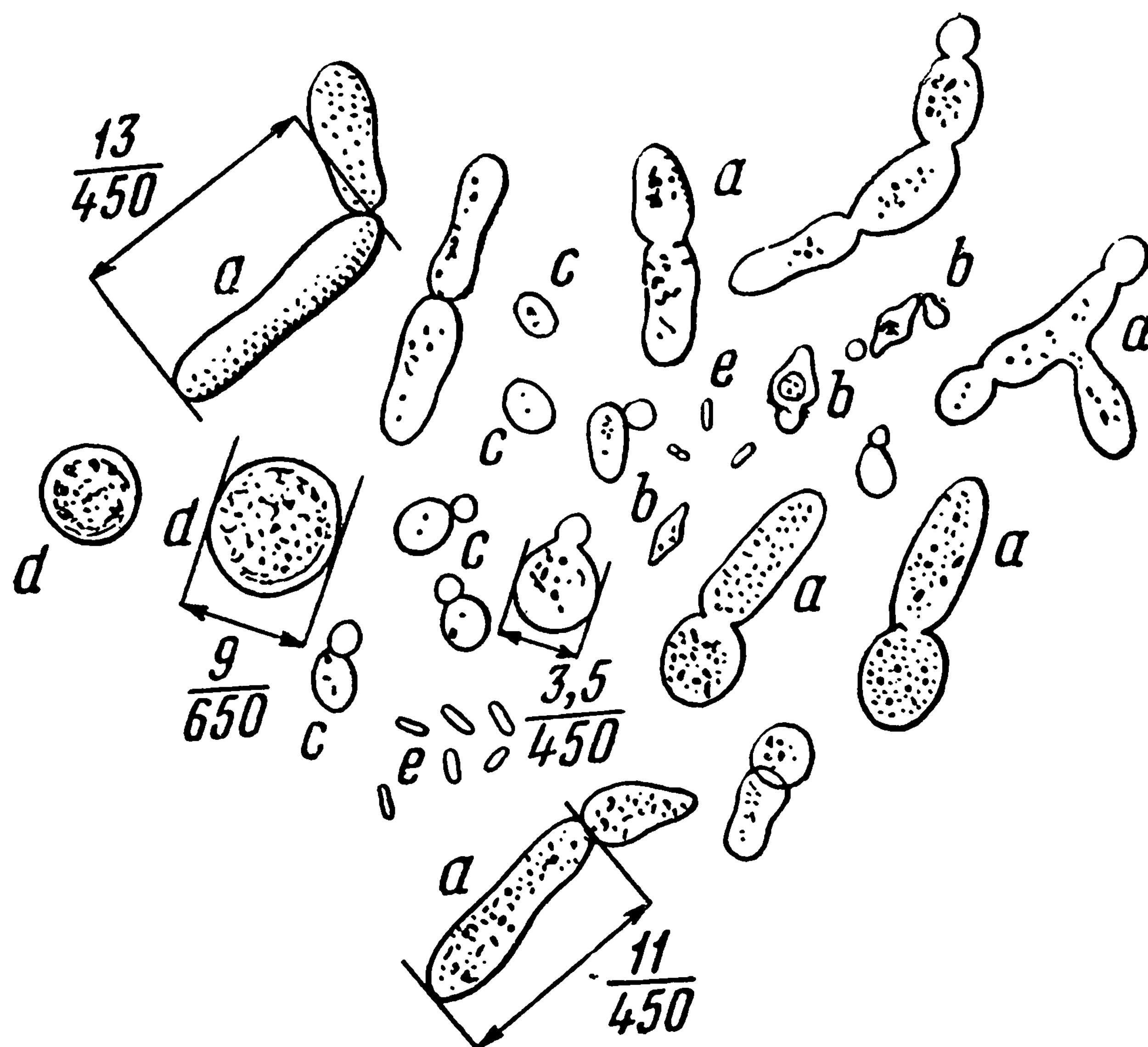


Рис. 78

ccc... Дрожжи нижнего брожения, подобные дрожжам в аппаратах, в которых шло брожение в комнате.

ddd... Утолщенные, раздутые споры *mucor racemosus*. Они редки и стары на вид. Мы укажем на их действительное значение в одной из следующих глав.

---

alcooliques. Bulletin de la Société chimique, 1862, p. 67). Эти дрожжи были затем описаны доктором Реесом под названием *saccharomyces apiculatus* (Rees. Ueber die Pilze der alkoholischen Gährung. Leipzig, 1870. См. также: Engel. Les ferments alcooliques. Thèse pour le doctorat ès sciences. Paris, 1872).

Если после сбора винограда виноградное сусло тщательно фильтруют, то можно быть уверенным, что они появятся в прозрачной жидкости на дне сосуда без примеси других дрожжей.

Если сусло не фильтруют, то они также появляются, но вскоре к ним присоединяются более крупные и более удлиненные дрожжи, также характерные для брожения виноградного сусла.

еее... Короткие вибрионы, иногда суженные к середине, той или другой формы; среди них есть неподвижные, а также такие, которые обнаруживают колебательные движения; они то появляются в поле зрения, то исчезают. Эти формы должны быть отнесены к маслянокислым и молочнокислым дрожжам, изображенным на рисунке 67.

Только что изложенные опыты показывают, что в выставленное на воздух пивное сусло одновременно попадают из находящейся в воздухе пыли зародыши различных организмов, среди которых встречаются возбудители разнообразных брожений — маслянокислого, спиртового, молочнокислого. Отметим, однако, что здесь речь идет о воздухе лаборатории, где непрерывно производят исследования над брожениями. В иной атмосфере получились бы чаще всего другие результаты. Это будет видно из следующего параграфа, в котором приведены новые факты, подтверждающие, что зародыши спиртового брожения встречаются в атмосферной пыли далеко не так часто, как думают.

§ 5. Новые сравнительные исследования над зародышами, взвешенными в воздухе различных близко друг к другу расположенных помещений, находящихся в отношении образования и распространения встречающейся в них пыли в различных условиях

Для сравнения природы и количества зародышей в различных помещениях следует выяснить, как будет изменяться одна и та же жидкость при соприкосновении с воздухом этих помещений. С этой целью приготовляют большое количество баллонов одинаковой вместимости, удаляют из них воздух и наливают в них приблизительно в равном количестве одну и ту же жидкость. В каждое помещение ставят одинаковое количество баллонов и открывают их. Наружный воздух со всей пылью попадает в баллоны. Их снова закрывают и начинают день за днем следить за теми изменениями, которые в них происходят. Полученные этим методом результаты не дадут представления о всех зародышах, содержавшихся в тот момент в воздухе, а только о тех, которые способны развиваться в данной жидкости. Так, например,

взяв кислый раствор, нельзя сделать никакого заключения о характере и относительном количестве бактерий или вибрионов. Для развития этих организмов пригодны лишь нейтральные или слегка щелочные растворы. Жидкости со слабокислой реакцией годятся, напротив, для сравнительного изучения плесеней, микодермы и некоторых дрожжей, например, спиртовых.

26 ноября 1872 г. были вскрыты и вновь закрыты в трех различных местах 30 баллонов с виноградным соком, сохранявшимся с момента последнего сбора винограда:

10 — в глубине сада Эколь Нормаль;

10 — на лестничной площадке второго этажа;

10 — в главном зале моей лаборатории, в котором незадолго до этого подметанием была поднята пыль с пола.

В некоторых из этих тридцати баллонов в ближайшие же дни появились различные организмы. Начиная с 17 декабря новых изменений уже не происходило. Вот результаты наблюдений на этот день.

Из десяти баллонов, открытых в глубине сада, только в одном жидкость начала портиться.

Из десяти баллонов, открытых во втором этаже, испортились четыре.

Из десяти баллонов, открытых в лаборатории, испортились все десять.

Значит, воздух этих трех мест содержал совершенно различное количество зародышей.

Природа зародышей показалась не менее различной. В испортившихся баллонах из сада и школьного здания не замечалось ни следа *torula*, там были только плесени. Из 10 баллонов, открытых в лаборатории, в трех была найдена, кроме плесеней, также и *torula* [48].

---

[48] Я напомню, что в 1862 г. в моем «Mémoire sur les générations dites spontanées» я применил название *torula* ко всем маленьким, появляющимся самопроизвольно, одноклеточным растениям, не имеющим мицелия, размножающимся почкованием, подобно пивным дрожжам, и что тогда я настаивал на большом распространении их зародышей, особенно в моей лаборатории, в которой уже велись исследования о брожениях. Две из них представлены на рис. 79. Можно было бы сказать, что это дрожжи.

29 мая 1873 г. в одну из комнат помещения, занимаемого мною в Эколь Нормаль, принесли восемнадцать баллонов с оттянутой шейкой, наполненных виноградным суслом и не содержащих воздуха. Все стенки, не прикасающиеся к жидкости, быстро проводят через пламя осветительного газа, чтобы сжечь всю пыль, которую они могли принести из лаборатории. Затем обыкновенными ножницами, проведенными через пламя спиртовой лампы, отламывают кончики этих баллонов. Наконец, на небольшом расстоянии от уровня жидкости снимают верхнюю часть этих баллонов, что превращает все восемнадцать баллонов в восемнадцать кювет, содержащих примерно 100 $см^3$ виноградного сусла каждая. Эти восемнадцать кювет ставят потом на стол в зале моей квартиры, где их оставляют, стараясь не заходить в комнату в течение пяти дней.

2 июня кюветы исследуют. Все они содержат маленькие плавающие хлопья мицелия, но ни в одной нельзя обнаружить на стенках белых тяжей. Это доказывает, что в них нет торул. Жидкость осталась очень прозрачной. Содержимым девяти кювет наполняют два длинногорлых баллона, подготовленных надлежащим образом, т. е. достаточно прогретых незадолго до употребления, чтобы они не могли внести со своих стенок посторонних, принесенных из лаборатории зародышей. До 10 июля, когда дальнейшее наблюдение было сочтено излишним, эти баллоны не обнаружили никаких признаков брожения. Девятью другими кюветами также были наполнены два длинногорлых баллона, но уже после того, как они в течение двадцати четырех часов со 2 по 3 июня простояли в подвале моей лаборатории. Эти два последних баллона скоро показали активное брожение с обильным осадком дрожжей — новое доказательство большого различия в природе зародышей, взвешенных в воздухе моей лаборатории и моей квартиры.

3 июня ставят одновременно семь кювет, приготовленных, как только что было сказано, в вышеупомянутом зале, и семь других — в лаборатории. 8 июня на всех кюветах в зале появляется плесень, но совсем нет *mycoderma vini,* нет и тяжей *torula,* в то время как в шести из семи кювет в лаборатории стенки, под слоем островков плесени на поверхности жидкости, покрыты белым осадком. Жидкость



Рис. 79. *Torula* в стадии размножения. ×600

этих последних кювет, налитая толстым слоем в длинногорлые баллоны, через сорок восемь часов начала обнаруживать спиртовое брожение [49].

Это — другое поразительное доказательство относительной разницы между числом зародышей дрожжей и *torula* в воздухе лаборатории и в воздухе обыкновенной квартиры.

Вот рисунки *torula* шести кювет лаборатории. Эти образования представлены на зарисовках I, II, III, IV, V и VI рис. 80. Из них видно, насколько моя лаборатория изобилует зародышами этого рода образований. Без всякого сомнения, это зависит от характера выполняемых в ней работ, а также от сопротивляемости самих зародышей и вегетативных клеток этих маленьких растений, которая позволяет им высыхать и превращаться в пыль, не теряя при этом способности размножаться. Хотя формы, изображенные на приводимых зарисов-

[49] Читатель заметит, что и здесь, как на стр. 586 § 4, для того чтобы обнаружить возможное присутствие спиртовых дрожжей среди прочих образований в кюветах, сливают жидкость из последних в длинногорлый баллон. В жидкости с широкой поверхностью, подвергавшейся самопроизвольному засеву, спиртовое брожение, несмотря на то, что оно существует, может совершенно ускользнуть от наблюдателя. На большой поверхности под тонким слоем, в соприкосновении с воздухом, плесени развиваются очень быстро и обильно. Они отнимают кислород, который растворился бы в жидкости, замедляя, следовательно, размножение дрожжей и препятствуя даже их прорастанию. Мы увидим, действительно, что дрожжевые клетки и то, что с наибольшим правом может быть названо их зародышами (факты, приведенные в V главе, дадут объяснение разнице в словах зародыши дрожжей и клетки дрожжей), тем больше нуждаются в кислороде для регенерации и размножения, чем они старше, чем больше они истощены высушиванием и чем дольше они не почковались. Итак, если имеются споры плесеней и они развиваются, то они препятствуют размножению или даже прорастанию дрожжей. Собрать самопроизвольно засеянную жидкость в глубокий сосуд с очень малой поверхностью, например, в длинногорлый баллон,— это значит лишить плесени почти нацело воздуха и, наоборот, поставить дрожжи в условия, в которых они могут действовать в качестве фермента. Простое переливание жидкости дает им достаточное количество кислорода. В таком случае они скоро обнаруживают свое действие выделением газа. Прибавим, что при большой поверхности и тонком слое жидкость, в которой образовалось мало дрожжей, может выделять путем диффузии угольную кислоту по мере ее образования, внешне не обнаруживая тем самым брожения.

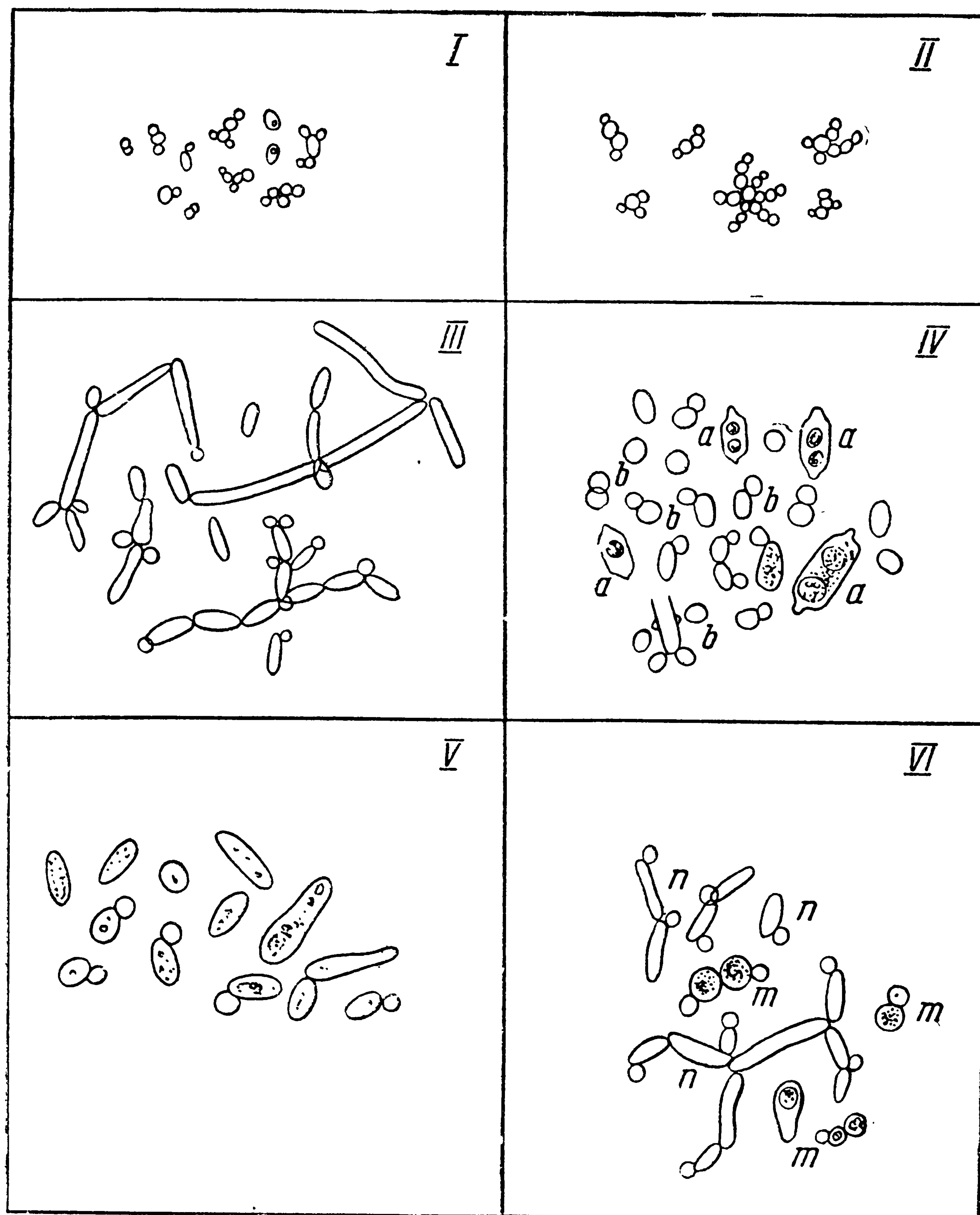


Рис. 80

ках, чрезвычайно разнообразны и № IV и VI *aa.., bb.., mm.., nn...* образуют как бы четыре разновидности, все же не следует думать, говорю я, что все эти формы обязательно соответствуют отдельным видам. То, что от конца очень длинного членика, подобного изображенному на рисунке III, отделяется очень маленькая круглая клетка, может привести к образованию ряда маленьких, круглых почкующихся клеток, которые в дальнейшем будут воспроизводить формы, изображенные на рисунках I и II.

Образование III является одной из форм *mycoderma vini,* действительно часто встречающейся в этом ветвистом, древовидном состоянии. Но *mycoderma vini* также часто встречается в виде коротких члеников, и именно такой ее обычно можно видеть на поверхности вин.

Природа субстрата обусловливает в значительной мере морфологические изменения рассматриваемых нами организмов. Но это не единственная причина этих изменений. Я весьма склонен думать, что каждая из клеток или каждый вегетативный членик всех этих столь различных по виду организмов, которые появляются самопроизвольно в соответствующих жидкостях в лаборатории, где производятся исследования над брожением, способны дать столько же разновидностей. Действительно, каждая из клеток (I—VI рис. 80), взятая отдельно, имеет свои собственные отличительные признаки, которые она должна в большей или меньшей мере передать по наследству всем индивидам последующих поколений.

Заметим, с другой стороны, что естественное заражение из воздуха, которому подвергаются жидкости в наших опытах, является исключительно благоприятным для выделения различных разновидностей *torula* или *mycoderma vini.* Когда баллоны с питательной жидкостью, из которых удален воздух, открывают и тотчас же снова закрывают, то в них вместе с пылью проникает чаще всего только один способный к развитию зародыш, одна вегетативная клетка, и таким образом создается потомство, происходящее из одной-единственной материнской клетки. Если из толпы мужчин и женщин взять отдельные пары и каждую из них переселить затем на необитаемые острова, то они образуют, несомненно, столько обособленных племен, сколько было пар.

Весьма замечателен тот факт, что все торула, воспроизведенные на рис. 80, не вызывают брожения. Так же как и *mycoderma vini,* они не разлагают сахар на спирт и углекислоту. Между тем, по внешнему виду, по развитию, по своим формам и размерам они могут быть совершенно одинаковы с настоящими спиртовыми дрожжами.

Приведу убедительный пример, 28 мая 1872 г. в одной из комнат моей лаборатории я разбиваю вытянутые кончики у нескольких описанных выше баллонов с виноградным суслом, из которых был удален воздух. Наружный воздух с силой врывается в баллоны, после чего их кончики тотчас же снова запаивают. В одном из баллонов появляется только один организм — известная нам торула. 7 июня она так сильно развивается, что все стенки покрываются белым осадком. На поверхности жидкости не видно *mycoderma vini,* в собственном смысле этого слова. Для того чтобы окончательно убедиться в отсутствии плесеней, мы ждем до 14 июня. Положение вещей не меняется. В этот день мы открываем баллон. Выделения газа, которое свидетельствовало бы о повышении давления внутри баллона, при этом не происходит. Под микроскопом растеньице представляет собой скопление однородных клеток, совершенно сходных по виду и объему со старыми клетками обыкновенных дрожжей (рис. 81).

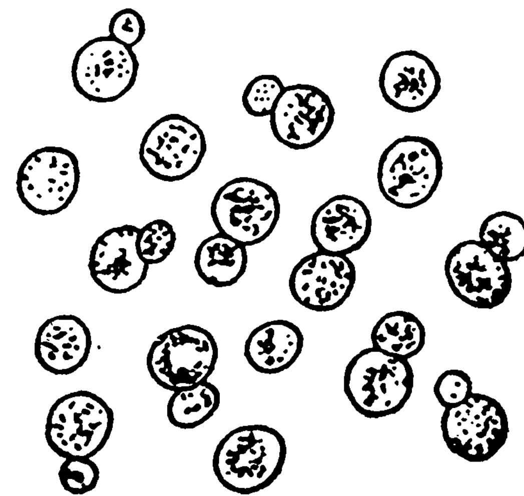


Рис. 81

Перегоняем сначала всю жидкость, объем которой равняется 100 см^3. Ничто не указывает на присутствие спирта. Берем 33 см^3 жидкости и перегоняем их второй, а затем и третий раз. Присутствие спирта не обнаруживается, как и при первой перегонке[50].

---

[50] Речь идет здесь об определении самых малых количеств спирта, для которых спиртомер оказался бы совершенно недостаточным. Верным признаком присутствия спирта является при перегонке внешний вид первых порций сгущенной жидкости. Они собираются всегда в виде капелек, струек или, еще вернее, жирных на вид слезок во всех случаях, когда в перегнанной жидкости имеется спирт. Перегонка должна производиться в маленькой реторте с достаточно длинной шейкой, соединенной с трубкой холодильника Либиха.

Можно с уверенностью сказать, что наша торула, развивающаяся в виноградном сусле под весьма ощутительным давлением, не образовала при размножении и $\frac{1}{10\,000}$ см^3 спирта.

При следующих условиях дело обстояло несколько иначе, тем не менее указанный результат подтвердился и там.

5 июля 1872 г. открывают и вновь закрывают двенадцать баллонов, во всем сходных с предыдущими, с той только разницей, что они содержали дрожжевую воду с 10% сахара. В одном из них также появилась только одна форма *torula,* чрезвычайно сходная с пивными дрожжами. Когда торула начинает покрывать все дно жидкости, я последнюю взбалтываю и опрокидываю баллон вертикально, чтобы погрузить *torula* и оградить ее от воздуха, хотя бы только в нижней части горлышка. В следующие затем дни и месяцы нет никаких признаков выделения газа. 22 июля 1873 г., через год, баллон открывают, причем в нем не замечают сколько-нибудь ощутимого повышенного давления. Посредством последовательных перегонок анализируют жидкость на наличие спирта. При первых двух перегонках спирта не находят; но при третьей — удается обнаружить очень небольшие количества его. Образование этого незначительного количества спирта объясняется, как мы увидим впоследствии, тем, что растение в момент его полного развития было погружено в жидкость и должно было существовать некоторое время без кислорода воздуха.

Из всего предыдущего ясно, что существует ряд разнообразных организмов, зародыши которых в особенно большом количестве встречаются в пыли лабораторий, где ведутся работы по брожению. Организмы эти по преимуществу аэробные и не вызывают брожения, хотя

Когда жидкость закипает, все внимание должно быть обращено на стенки шейки реторты. Пусть жидкость содержит только одну тысячную объема спирта, указанный характер слезок и струек ясно обрисуется в течение очень короткого, но все же уловимого промежутка времени. Десятитысячную долю спирта трудно заметить, но все же при старании и достаточном опыте можно и этого достичь вполне определенно.

Отбирая при каждой перегонке треть общего объема и предполагая, что предел определения находится у тысячных долей, можно после трех перегонок легко обнаружить присутствие $^1/_{10000}$ см^3 спирта в общем объеме, равном 100 см^3.

по форме своей они даже и под микроскопом ничем не отличаются от спиртовых дрожжей.

Мысль о физиологической связи между этими растениями и в столь высокой степени похожими на них дрожжами напрашивается сама собой. То же самое относится и к настоящей *mycoderma vini* при сопоставлении ее со спиртовыми дрожжами. Впрочем, *mycoderma vini* отличается, по-видимому, от *torula,* о которой идет речь, только особым физическим строением и особым жировым состоянием, позволяющим ей не падать на дно, а оставаться на поверхности жидкости в виде пленки [51].

Несмотря на многочисленные попытки, мне не удалось осуществить указанного перехода, т. е. превращения *torula* или *mycoderma vini* в спиртовые дрожжи. Другими словами, мне не удалось придать *torula* и *mycoderma vini,* столь похожим по форме на спиртовые дрожжи, присущей этим последним способности к брожению. В известный период моих исследований, в 1862 и даже позднее — в 1872 г. мне показалось, что я нашел условия такого превращения. Но, как будет объяснено в одной из последующих глав, в мои опыты вкрались тогда ошибки, причины которых я так и не мог определить.

§ 6. Дрожжи могут высыхать и превращаться в пыль, не утрачивая своей способности к размножению

В предыдущих параграфах были приведены примеры самопроизвольного появления в жидкостях спиртовых дрожжей. Теперь я покажу, что эти маленькие растительные клетки, подобно спорам плесеней и цистам некоторых инфузорий, действительно, могут сохранять свою способность к размножению и в пыли воздуха.

16 декабря 1872 г. был собран и отжат под прессом осадок дрожжей из одного гектолитра пива. Из центральной части куска прес-

[51] Возможно, что содержание жира в клетках *mycoderma vini* обычно зависит просто от состава жидкости, на которой они растут. В сахаристых жидкостях встречается погруженная *torula*, в то время как сброженные жидкости легче дают начало *torula* и *mycoderma vini* в виде пленки. Но в своей основе эти два вида маленьких одноклеточных растений — *torula* и *mycoderma vini,* весьма вероятно, тождественны.

сованных дрожжей было взято несколько граммов и растерто в фарфоровой ступке с пятью частями гипса. Ступка и гипс предварительно нагревались при 200° на масляной бане, а затем быстро охлаждались. Приготовленный таким образом порошок сразу же завертывался в бумагу, проведенную над пламенем спиртовой горелки.

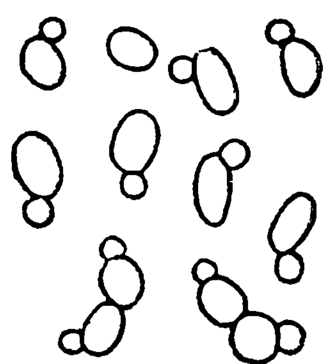


Рис. 82

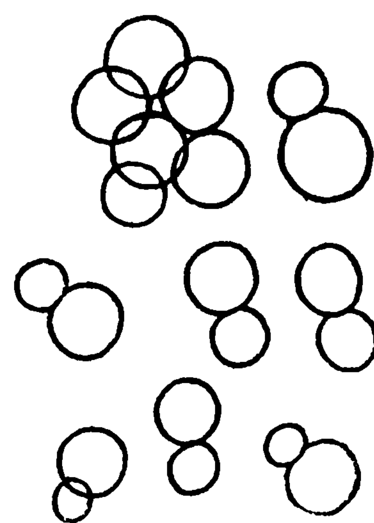


Рис. 83

Бумага вместе с содержимым помещалась затем в термостат при 20—25°. Все указанные предосторожности имели целью предохранить гипс и дрожжи если не от зародышей воздуха, то, по крайней мере, от зародышей пыли с поверхности предметов — ступки, гипса, бумаги.

18 декабря при помощи маленького, предварительно проведенного над пламенем платинового шпателя щепотку порошка из гипса и дрожжей засеяли в баллон с двумя горлышками (рис. 72), содержавший чистое пивное сусло. Баллон был поставлен в термостат при 20°.

21 декабря, через три дня после засева, началось брожение, и на поверхности появились островки пены. 19-го и 20-го наблюдалось значительное развитие дрожжей, хотя без выделения газа. Под микроскопом дрожжи казались очень чистыми.

5 марта 1873 г. снова берут щепотку порошка из гипса и дрожжей и кладут ее в баллон с чистым пивным суслом.

9 марта, т. е. через четыре дня после того, как баллон был поставлен в термостат при 20°, появление пены на поверхности сусла свидетельствует о начале брожения. Значит, дрожжи в сухом виде не погибли, а обнаружили только некоторую задержку в начале своего развития.

25 июля 1873 г., т. е. через семь с половиной месяцев, я опять засеял порошком из дрожжей и гипса баллон с пивным суслом; 2 августа, т. е. через неделю после засева, на поверхности жидкости показались маленькие островки пены. Под микроскопом дрожжи попрежнему представлялись чистыми и не отличались от исходных дрожжей (рис. 82).

7 ноября 1873 г.— новый посев в баллон той же смеси из гипса и дрожжей. На этот раз дрожжи оказались мертвыми. Наблюдения над новым баллоном производились ежедневно до 1 февраля 1874 г., но он не проявил ни малейших признаков брожения и развития дрожжей. Произведенное в этот день микроскопическое исследование обнаружило на дне жидкости смешанные с гипсом дрожжи в совершенно инертном состоянии. Клетки, имеющие очень старый вид, с зернистым содержимым лежали отдельно друг от друга без всяких признаков почкования.

Винные дрожжи, высушенные при обыкновенной температуре, могут сохранять, таким образом, свою способность к размножению больше 7 месяцев. Впрочем, с течением времени способность к размножению понижается, так как через семь с половиной месяцев высушенные дрожжи вызывали брожение только спустя неделю, тогда как сразу после высушивания они при тех же условиях начали бродить уже через три-четыре дня.

Параллельно опытам с винными дрожжами я поставил опыты с пивными дрожжами так называемого *верхнего брожения.* Порошок из гипса и верховых дрожжей был приготовлен также 16 декабря 1872 г. В последний раз засев баллона с чистым пивным суслом был произведен 25 июля 1873 г. Признаки брожения обнаружились 27 июля. Регенерированные после долгого промежутка времени дрожжи сохранили нормальный для дрожжей верхнего брожения вид и обычные свойства последних (рис. 83).

Изложенные факты не оставляют никакого сомнения в том, что клетки дрожжей сохраняют свою жизнеспособность в сухом виде в пыли воздуха, в которой они встречаются, в частности в лабораториях, где производятся исследования над спиртовым брожением.

ГЛАВА IV

КУЛЬТУРЫ РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНИЗМОВ В ЧИСТОМ СОСТОЯНИИ. ИХ АВТОНОМИЯ[52]

Изложенные в предшествующей главе наблюдения показали, что в естественных и искусственных жидких средах, содержащих органические вещества, между прочим, в пивном сусле, при их соприкосновении с воздухом сразу же начинается развитие различных

---

[52] В настоящем труде я при помощи опытов, которые считаю неопровержимыми, оспариваю взгляды некоторых ученых на возможность превращений *penicillium glaucum* в дрожжи или в *mycoderma,* бактерий в дрожжи молочнокислого брожения, дрожжей в вибрионы, а *mycoderma aceti* в дрожжи и т. д. Однако я не решаю a priori вопроса о том, являются ли низшие организмы, о которых будет идти речь в этой главе, и в их числе дрожжи и ферменты (возбудители брожений) в собственном смысле этого слова, в своей обычной форме уже законченными существами или же они способны к полиморфизму. Только с такой оговоркой употребляю я выражение автономия. Я считаю возможным говорить о полиморфизме какого-нибудь вида только в том случае, если располагаю доказательствами, подтверждающими это. Органы, отделенные от более высоко организованных существ, и организмы в целом в известной фазе своего существования могут регенерировать, принимая при этом определенную форму с особыми свойствами, если среда и условия, в которых они находятся, не позволяют растению или животному развиваться в обычных для него формах. Примеров таких фактов в науке в настоящее время много. Аналогичные явления мы найдем у некоторых спиртовых дрожжей. Но обобщать подобные выводы раньше времени и допускать полиморфизм, который еще нельзя доказать, на основании только того, что он кажется вероятным, или на основании не вполне выясненных наблюдений — значит дать увлечь себя не обоснованными еще теориями *.

организмов. Это является естественным последствием заражения. Развитие организмов в жидкости зависит от того, что в нее попадают из окружающего воздуха различные микроскопические зародыши; их природа и количество обусловливаются местом и высотой, на которых находится сосуд, временем года, движением воздуха и т. п.

В культурах, которые производят впечатление чистых, случайные посторонние примеси являются одним из главных препятствий при изучении низших организмов, в особенности плесеней. Зародыши большинства этих микроскопических организмов находятся либо в воздухе в виде пыли, невидимой простым глазом, либо в пыли, покрывающей поверхность материалов и предметов, которыми пользуются для опытов, так что наблюдатель всегда рискует неверно истолковать получающиеся у него результаты. Он засевает растение и следит за его развитием; незаметно для него споры другого растения попадают в его культуры и также начинают в них развиваться. Не подозревая этого, он относит все, что он видит, все превращения, которые он описывает, все выводы, к которым он приходит, только к засеянному им растению. Трудности еще более возрастают, если дело идет о бактериях, вибрионах и вообще о микроскопических организмах, обладающих способностью к движению. Наконец, в связи с тем, что среда оказывает сильное влияние на прорастание зародышей и на их последующее развитие, часто случайно попавшие в данную среду зародыши размножаются с чрезвычайной легкостью, тогда как зародыши специально засеянные, независимо от их числа, совсем не развиваются или же развиваются не так быстро. Внесите в молодое вино *mycoderma aceti,* и вы получите *mycoderma vini;* внесите *mycoderma vini* в старое вино, особенно если оно немного скисло, и вы получите *mycoderma aceti* [53].

Неправильное толкование такого рода фактов внесло многочисленные заблуждения в науку о низших организмах и содействует постоянному возобновлению споров о *самопроизвольном* зарождении и о теориях брожения. В настоящем труде нам приходится на каждом

---

[53] Об этом см. мои «Исследования об уксусе» и «Исследования о вине» *.

шагу наталкиваться на такие осложнения и видеть, как велико было их влияние на развитие науки.

В противовес этим результатам мы будем изучать пивное сусло, засеянное зародышами одного определенного организма без примеси какого-либо другого.

§ 1. Культуры *penicillium glaucum* и *aspergillus glaucus* в чистом состоянии. Доказательства того, что эти плесени не превращаются в спиртовые дрожжи пива или вина. Первоначальные взгляды на причины брожения

Возьмем снова наш баллон с двумя горлышками (стр. 548, рис. 72), содержащий сусло с сахаром, которое, несмотря на длительное хранение, не подверглось никакой порче, если не считать медленного окисления и связанного с ним побурения жидкости. Внесем в эту питательную среду споры *penicillium,* совершенно свободные от спор или зародышей посторонних микроскопических организмов.

Этого можно достигнуть, взяв при помощи предварительно нагретых металлических щипчиков отрезок платиновой проволоки в 1 или 2 см, проведя его над пламенем и прикоснувшись им тотчас после охлаждения к скоплению спорангиев культуры *penicillium.* Как бы мало спор ни попало на кончик платиновой проволоки, все же в жидкость их будет внесено гораздо больше, чем нужно для заражения. Коснувшись проволокой спорангиев, вынимают стеклянную пробку из каучуковой правой трубки баллона и через последнюю бросают проволоку; затем стеклянную пробку снова вставляют, быстро проводя ее через пламя. Конечно, все эти предосторожности не устраняют окончательно опасности, вызываемой перенесением спор через воздух и открыванием баллона. Но, как я уже указывал, опасность эта не вредит обычно точности опытов. Баллон свободно сообщается через изогнутую тонкую трубку с наружным воздухом; поэтому, когда открывают пробку, воздух в него не входит. В то же время риск, что проволока придет в воздухе в соприкосновение с жизнеспособной спорой или зародышем, настолько ничтожен, что я не был по-

ставлен в необходимость прибегать к особым предосторожностям, которые, конечно, легко было бы изобрести, если бы в них ощущалась надобность.

Однако при описываемом способе не устранена причина более серьезной погрешности. Посевной материал, который берут из культуры *penicillium*, развивавшейся при соприкосновении с обыкновенным воздухом, может оказаться нечистым. В культуру *penicillium* непрерывно попадает из воздуха пыль; значит, в ней должны находиться и споры других плесеней [54].

---

[54] Некоторые наблюдения предыдущего параграфа позволяют судить о значительном количестве зародышей, беспрерывно оседающих на поверхность всех предметов. Я имею здесь в виду опыты, проведенные при помощи баллонов, изображенных на рис. 84, вместимостью от 250 до 300 см^3, на треть своего объема наполненных органической жидкостью и закупоренных во время бурного кипения. Эти баллоны, таким образом, после охлаждения не содержат воздуха. Их открывают сериями по 10, 20, 30 и т. д. штук на воздухе и затем сразу снова закупоривают. Соблюдая эту методику, вводят в каждый из них около 200 см^3 воздуха со всей взвешенной пылью, которую этот объем воздуха содержит, так как в пустые баллоны воздух входит с большой силой. Таким путем можно всегда установить, что некоторое количество баллонов со временем подвергается порче, причем количество последних и природа порчи находятся в полном соответствии с тем, что можно было предположить, исходя из количества и природы взвешенных зародышей, способных размножаться в употреблявшейся питательной жидкости. Если работают на большой высоте, далеко от жилища, от грязи городов и населенных равнин, как я делал на Montanvert, вблизи ледников, то изменения наступают весьма редко. Обратные результаты получились в жилой комнате неопрятного и плохо содержащегося маленького постоялого двора. В лаборатории, где изучают брожения, часто получают некоторые другие виды зародышей, в отличие от получаемых в открытом поле, на чистом воздухе. Наконец, если хотят получить организмы во всех баллонах, то достаточно поднять в момент открывания баллонов пыль с пола или предметов. Этот опыт, такой простой и легко воспроизводимый, ясно говорит нам, что невозможно в открытом сосуде или на поверхности плодов апельсина, лимона, груши и т. д. получить пленку со спорангиями плесени без примеси зародышей, посторонних этому маленькому растению. Иными словами, наблюдатель, засевающий споры *penicillium*, взятые без выбора в любом месте кисточкой, этим самым вносит важный источник ошибок.

Исследователь часто может засеять, сам того не подозревая, кроме *penicillium* также споры *mucor mucedo, mycoderma vini,* словом, споры разных других самых обыкновенных плесеней. Этот способ засева не представляет, таким образом, достаточных гарантий. Его можно сделать более точным при помощи следующего приема.

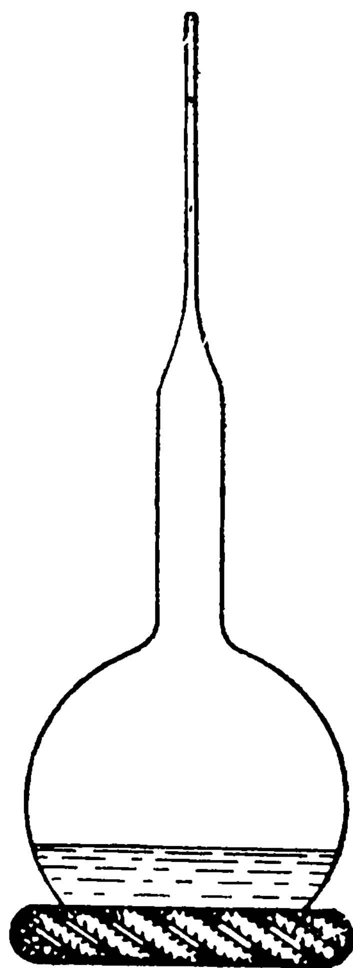


Рис. 84

Возьмем серию баллонов (рис. 84) с органической средой, пригодной для развития плесеней, т. е. обладающей слегка кислой реакцией: дрожжевой водой с сахаром, пивным суслом, раствором Ролена [55] и т. п.

Вскипятим жидкость и, вытянув горлышко баллона, запаяем его во время кипения после того, как воздух из него почти весь вышел. Приготовим 10—20 таких баллонов. После охлаждения разобьем запаянные кончики. Воздух с силой ворвется в баллоны. Запаяем их снова и будем наблюдать за ними. Мы уже прибегали ранее к такому способу получения культур. В некоторых баллонах появятся плесени, мицелий которых сначала плавает на поверхности раствора в виде хлопьев, а затем начинает образовывать споры. Часто развивается один только *penicillium glaucum,* споры которого находятся в воздухе в очень больших количествах.

---

[55] Известно, что Жюль Ролен опубликовал замечательную работу по изучению минеральной среды, состав которой более всего пригоден для выращивания некоторых обычных плесеней, и что он предложил состав такой среды. Это то, что я называю здесь для краткости жидкостью Ролена.

Вода	1500
Кристаллический сахар	70
Винная кислота	4
Азотнокислый аммоний	4
Фосфорнокислый аммоний	0,6
Углекислый калий	0,6
Углекислый магний	0,4
Сернокислый аммоний	0,25
Сернокислый цинк	0,07
Сернокислое железо	0,07
Кремнекислый калий	0,07

В этих условиях, очевидно, его спорангии совершенно не будут иметь посторонних примесей. Открыв один из баллонов с чистым *penicillium,* сделаем из него засев при помощи платиновой проволоки [56].

Вот самый верный способ получения спор *penicillium* без всякой посторонней примеси.

Читатель извинит за длинные подробности и тщательное описание всех этих предосторожностей. Мы будем иметь достаточно случаев убедиться, что, пренебрегая ими, хотя бы частично, трудно получить из наблюденных фактов вполне надежные выводы.

17 июня 1872 г. три баллона *A, B* и *C* (рис. 85) с пивным суслом были засеяны чистым *penicillium* при соблюдении всех предписанных предосторожностей.

В ближайшие дни при температуре 25—30° засеянные споры прорастают, и в жидкости появляются хлопья мицелия, который местами на поверхности образует споры.

К 22 июня на поверхности раствора образуются островки, беловатые по краям, зеленые посередине. Тогда баллон *A* встряхивают,

---

J. Raulin. Etudes chimiques sur la végétation. Paris, 1870, in-8° (Thèse pour le doctorat ès sciences physiques).

[56] Если желают получить чистый *penicillium* и не зависеть от случайностей самопроизвольного зарождения, возникающих при открывании и закрывании над горелкой остроконечных баллонов, то можно, как видно из следующего, использовать один из баллонов, которые после открывания и закрывания не дали никаких организованных существ. Их непосредственно засевают, внося на металлической нити споры, взятые из какой-нибудь культуры *penicillium,* находящейся на обыкновенном воздухе, и уже из спорангиев, образовавшихся в баллоне, который был затем закрыт, можно потом получать нужный чистый засев. Это более быстрый метод и почти такой же надежный.

Я должен добавить, что если желают брать для засева споры *penicillium* из закрытого баллона, в котором растение плодоносило, то не надо ждать, чтобы растение находилось там слишком долго. Через несколько дней после засева плесень останавливается в своем развитии, потому что весь кислород уже связан и она оказывается погруженной в смесь угольной кислоты и азота. При слишком продолжительном пребывании спор в этой атмосфере они погибают все без исключения.

чтобы мицелий и споры погрузились в жидкость [57]. Баллон *B* также встряхивают, предварительно запаяв кончик его вытянутой изогнутой трубки [58]. Баллон *C* соединяют, с одной стороны, с аспиратором, а с другой — с трубкой, наполненной ватой; воздух баллона каждый день возобновляется.

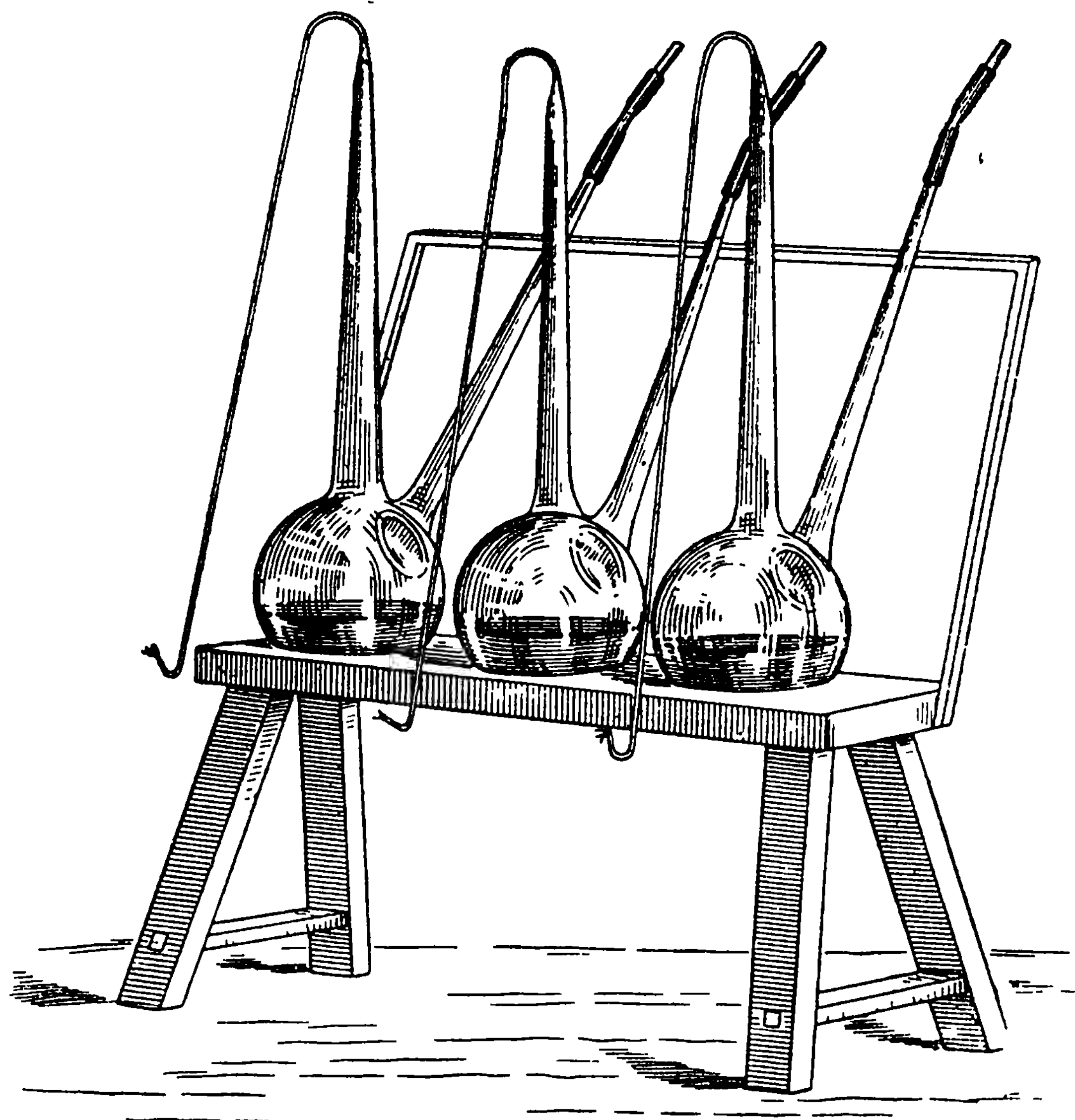


Рис. 85

В течение следующих затем месяцев в баллонах не образуется ни признака пивных дрожжей. Я неоднократно повторял как эти

[57] Для того чтобы взболтать жидкость, не подвергая ее опасности внесения внешней пыли, направляют прежде всего пламя спиртовой горелки на оттянутую шейку баллона, открытый конец которой вслед затем запаивают в пламени. Тогда безбоязненно взбалтывают и затем снова открывают вытянутый кончик изогнутой шейки для того, чтобы возобновить сообщение с внешним воздухом.

[58] Баллон *B* был закрыт над лампой потому, что опыты, о которых я говорю, имели отчасти целью проверить данные Трекюля о превращении *penicillium* в дрожжи. Странная вещь, по Трекюлю, как мы увидим дальше, споры *penicillium* превращаются в дрожжи только до тех пор, пока сосуды, в которых они засеяны, «хорошо закупорены».

опыты, так и другие, аналогичные им, но ни разу не обнаружил ни обыкновенных дрожжей, ни вызываемого ими спиртового брожения. Производя подобные опыты с содержащим сахар соком, являющимся крайне подходящей средой для развития бактерий и дрожжей молочнокислого брожения, можно убедиться, что последние также не могут превращаться в дрожжи, если только их культивировать в чистом виде. Но дело будет обстоять совершенно иначе, если не принять всех предосторожностей, необходимых для того, чтобы споры были свободны от всяких посторонних примесей. Если посеять, например, споры *penicillium,* развившегося на воздухе, на которые могла, следовательно, попасть пыль, то часто наряду с конидиеносцами плесени появляются то пивные дрожжи или *mycoderma vini* и торула, то бактерии или молочнокислые дрожжи. При этом наблюдатель бывает вполне убежден, что споры плесени или бактерии, или молочнокислые дрожжи превращаются у него на глазах в клетки спиртовых дрожжей.

Такого рода ошибки и привели некоторых немецких естествоиспытателей к убеждению, что им удалось дать несомненные доказательства способности многих плесеней вызывать спиртовое брожение и что они установили превращение спор этих грибков в пивные дрожжи. Этот взгляд, впервые введенный в науку Тюрпеном, был поддержан Байлем * и Беркли ** в 1856 г. Позднее Гофман *** и Галлир **** присоединились к этой точке зрения. Я оспариваю это воззрение, начиная с 1861 г. (Bulletin de la Société philomathique). С тех пор за границей указанный взгляд, несмотря на все возрастающий успех учения Дарвина, потерял под собою почву. Де-Бари *****, миколог, пользующийся по ту сторону Рейна вполне заслуженным авторитетом, пришел, как и я, к совершенно отрицательным выводам.

Достаточно прочесть сочинения, отстаивающие существование этих превращений, чтобы возникли самые серьезные сомнения относительно точности наблюдений, которые в них приводятся как решающие. Я приведу лишь одну цитату из мемуара Гофмана.

«Но,— говорит он,— в некоторых случаях мне удавалось, благодаря благоприятным обстоятельствам, видеть, как фермент образует

нити либо в виде маленьких образований, которые можно сразу же изучать под микроскопом, либо в виде больших скоплений. Среди других видов я тогда отметил, иногда отдельно, иногда в смеси, *penicillium glaucum, ascophora mucedo, ascophora elegans* и *periconia hyalina.* Вот метод, которым легче всего получить этот результат. Несколько капель воды наливают в косо поставленную химическую пробирку, потом в среднюю часть помещают немного свежих дрожжей и закрывают пробирку ватой для того, чтобы помешать войти пыли снаружи. Иногда видно, как в этом наполненном парами сосуде появляются хлопья; Беркли и Г. Х. Гофман получили, кажется, тем же способом из дрожжей *penicillium».*

Но почему не допустить, что *penicillium,* образовавшийся в этих условиях, развился из спор этой плесени, находившихся на поверхности пробирки, прежде чем она была заткнута ватной пробкой, или примешанных к дрожжам, помещенным в пробирку?

Несмотря на кажущуюся большую точность, факты, приведенные за последние годы Байлем, который настаивает на своей точке зрения, также оставляют желать многого [59].

Трекюль, который почти один с Робеном * и Фреми разделял во Франции ошибки, о которых идет речь, не ограничивается утверждением о переходе спор плесени в дрожжи и обратно. Его система шире. «По моим наблюдениям,— говорит он,— должен иметь место ряд следующих превращений: белковое вещество превращается либо в бактерии, либо прямо в спиртовые дрожжи, либо в микодерму; бактерии, делаясь неподвижными, превращаются в молочнокислые дрожжи; молочнокислые дрожжи — в спиртовые дрожжи; эти в *mycoderma cerevisiae;* наконец, эта последняя — в *penicillium»* [60].

Трекюль идет дальше. Он говорит о главнейших из этих превращений, точно он был их неопровержимым свидетелем.

«При употреблении,— говорит он,— хорошо профильтрованного пивного сусла, не имеющего зернистого содержимого и приготовлен-

---

[59] Bail. Botanische Abhandlungen. Danzig, 1869.

[60] Trécul. Recherches sur l'origine des levûres lactique et alcoolique. C. r. de l'Acad. sci., 73, 1871, p. 1454.

ного при температуре между 65 и 70°, прежде всего появляется множество мелких зернышек, превращающихся в подвижные бактерии, которые, теряя способность двигаться, образуют, как я уже не раз говорил, молочнокислые дрожжи. Через несколько дней после появления первых зернышек можно отличить и отдельные более крупные зерна. Они увеличиваются, превращаясь постепенно в маленькие шарообразные или эллиптические клетки. Эти последние начинают почковаться лишь после того, как они достигли относительно значительных размеров, приближающихся к таковым обыкновенных дрожжей. Следовательно, проходит довольно много времени, в течение которого молодые клетки дрожжей не образуют почек, особенно если работают при невысокой температуре, от 20 до 35°.

«Что же касается превращения спор *penicillium* в спиртовые дрожжи, также оспариваемого Пастером, то я получал его очень часто в жидкостях (кипяченое пивное сусло, подсахаренная ячменная вода), которые в течение месяца или шести недель не давали спиртового брожения. Эти жидкости, засеянные еще молодыми и хорошо прорастающими спорами различных форм *penicillium*, начинали бродить через различное количество дней даже при температуре в 12°, при условии, если бутылки были заткнуты очень эластичной, подвергавшейся кипячению в течение от $^1/_4$ до $^1/_2$ часа, пробкой. Последнюю было бы хорошо, как я предписывал, употреблять лишь через месяц после кипячения, чтобы лучше обеспечить посредством нового высушивания смерть мицелия, который пробка может содержать. Необходимо держать бутылку закупоренной, чтобы пробка все время была влажной. Уместно также взбалтывать бутылку один или два раза в день для того, чтобы обеспечить погружение спор. При соблюдении этих условий можно скоро увидеть, как споры увеличиваются, мало-помалу теряют свой зеленый цвет, затем почкуются, и потом обнаруживается часто весьма энергичное брожение. Если укупорка хороша, все споры окажутся превращенными» [61].

---

[61] Trécul.— (Réponse aux objections de M. Pasteur). C. r. de l'Acad. sci., 75, 1872, p. 1169.

Что предосторожности, которые Трекюль принимал при такого рода опытах, были недостаточны, доказывается, по-моему, уже тем фактом, что, когда

Такова точка зрения Трекюля. Это целая система самопроизвольного зарождения, описанная до мельчайших подробностей, начиная с превращения белковых веществ в высокоорганизованные клетки путем перехода растворенного вещества в самые мелкие зерна, этих последних — в подвижные бактерии, которые переходят в молочнокислые дрожжи просто потому, что утрачивают способность к движению, и т. д. и т. д. По-моему, все это — плод чистейшего воображения. Действительно, Трекюль основывает свои выводы на ряде последовательных явлений, которые имеют место в профильтрованном пивном сусле, «не имеющем зернистого содержимого». Это последнее — непременное условие его умозаключений. Ведь он начинает с утверждения, что белковое вещество сусла превращается в зернышки, «которые становятся подвижными бактериями». Вот одно из заблуждений Трекюля. Конечно, при условии охлаждения можно получить путем фильтрования почти прозрачное пивное охмеленное сусло. Если его фильтровать теплым, то оно остается прозрачным только до тех пор, пока не остынет. Сразу же по охлаждении оно мутнеет вследствие появления множества мельчайших зернышек. С другой стороны, холодное пивное сусло, если оно приходило хоть на короткий срок в соприкосновение с воздухом, окисляется. Окисление, происходящее, главным образом, за счет красящих и смолистых веществ, придает осадку тонкую зернистость, увеличивающуюся по мере продолжающегося окисления. Такая зернистость представляет собою совершенно инертный осадок, ни в коем случае не превращающийся в подвижные бактерии. Проверить этот факт очень легко в баллонах с двумя горлышками (рис. 72). Чистое пивное сусло доводится в них до кипения, затем охлаждается и начинает окисляться. Образующиеся в этих опытах в сусле при доступе совершенно чистого воздуха

Трекюль изучает микрофлору засеянного пивного сусла, он получает различного рода организмы. Мои опыты мне дают совершенно другое. Если я ничего не засеваю, я ничего не получаю. Если я засеваю какое-либо растение, я получаю такое же растение; если же оно как-либо изменяется, то это изменение, несомненно, связано по своему происхождению с засеянным растением и является следствием произвольно вызванных изменений в условиях опыта.

зернышки никогда не приобретают подвижности и не превращаются в организмы.

Заметим, что Трекюль, производя опыты с пивным суслом, не упоминает о том, было ли оно охмеленным или нет. Если бы Трекюль указал, что описанные им факты относятся к неохмеленному суслу, то я мог бы ему ответить, что температура в 60—70° совершенно недостаточна для уничтожения зародышей бактерий. Для того чтобы охмеленное сусло осталось инертным при доступе воздуха, необходимо нагреть его до 70—75°, а неохмеленное сусло — до 90°.

Словом, читателю должно быть очевидно, что обнаруженные Трекюлем подвижные бактерии находились в виде зародышей в сусле, с которым он ставил опыты, и только развились при соприкосновении с воздухом, растворенным в жидкости.

Превращение *penicillium* в другие организмы объясняется, без сомнения, тем, что Трекюль при засеве спор вносил зародыши дрожжей или похожей на них *torula.* Ведь он брал посевной материал из пленок *penicillium,* развивавшихся на воздухе. В условиях опыта Трекюля споры, хотя их было неизмеримо больше, чем дрожжей, были вытеснены этими последними, так как не могли развиваться в отсутствие кислорода. Дрожжи, напротив, имели полную возможность размножаться. Это и помешало Трекюлю отыскать засеянные им споры, затерявшиеся среди большого количества дрожжевых клеток. Вот одна из причин ошибочного представления о мнимом переходе спор в дрожжевые клетки.

Хотя ботаники установили ряд разновидностей у *penicillium glaucum,* не думаю, что различие результатов, полученных мною и Трекюлем, можно было объяснить особенностями разновидностей, с которыми мы работали. Я пользовался самыми разнообразными разновидностями, да и Трекюль утверждает, что описываемое им явление происходило со многими разновидностями этой плесени.

Вот что говорит Трекюль: «Я пользовался для этих опытов спорами *penicillium* различных форм: 1) большими, зелеными эллиптическими спорами одной формы *penicillium,* которая растет на лимоне; 2) эллиптическими синеватыми спорами, более мелкими, нежели предыдущие, другой формы *penicillium,* развивающейся на лимоне;

3) шарообразными спорами вида, называемого *penicillium crustaceum;* 4) наконец, спорами формы *penicillium,* зарождающейся на пивных дрожжах» [62].

Приводимая здесь критика взглядов Трекюля была уже написана, когда один происшедший в Академии спор заставил меня перечесть его заметки по этому вопросу *. Уверенность, с которой он делает свои выводы, произвела на меня впечатление, и я еще раз задал себе вопрос: кто из нас заблуждается? Я решил еще раз с особой тщательностью повторить опыт, поставив себе задачей возможно точно воспроизвести условия опытов Трекюля, избегая, однако, его ошибок. Ввиду того, что описания его опытов не всегда удовлетворяли меня, я решил лично попросить у него разъяснений (это было 3 ноября 1873 г.), которые он с большой готовностью дал мне.

«Все разновидности *penicillium,*— сказал он мне,— особенно, когда они молоды и сильны, дадут вам превращение в дрожжи. Вот как я действовал. Я имел маленькие флаконы, вместимостью в 30—40 см^3, наполненные пивным суслом или содержащие лишь очень мало воздуха, герметически заткнутые корковыми пробками; последние я в течение четверти часа держал в кипящей воде. Эти флаконы в закупоренном состоянии были помещены при 60—70°. После охлаждения я их раскупоривал и вносил туда споры, приготовленные следующим образом. На стеклянную пластинку я помещал споры той разновидности *penicillium,* которую я хотел изучать. Споры, взятые пинцетом с заплесневелого лимона, я разводил в капле сусла. Я изучал эти споры под микроскопом, «чтобы убедиться, что они не содержали ничего постороннего» (sic!), потом я давал стечь капле с пластинки в один из флаконов. Я затыкал этот последний и клал его горизонтально. Превращение в дрожжи имело место в следующие дни».

Вооружившись этими новыми сведениями, я принялся за дело. Заготовил ряд маленьких склянок, наполненных охмеленным пивным суслом с небольшим количеством воздуха, как указывает Трекюль. Нагрел их на водяной бане до температуры не ниже 70° и засеял их со всеми описанными мною предосторожностями, а не так, как это

---

[62] C. r. de l'Acad. sci., 75, 1872, p. 1220.

делал Трекюль. Ведь его способ явно несовершенен, ибо он берет споры для засева со спорангиев, выросших на воздухе, и перед исследованием под микроскопом работает с ними на воздухе, в воде, на стеклянной пластинке, не принимая мер против заражения, допуская, таким образом, бесчисленные возможности ошибок. Если споры для засева берутся с заплесневелого лимона, то в этом и кроется одна из основных причин ошибок. Пусть бы Трекюль рассмотрел под микроскопом воду, в которую был погружен какой-нибудь даже здоровый, еще не начинающий плесневеть лимон. Он сразу увидел бы, к каким ошибкам может повести его способ действия. Все плоды покрыты в изобилии зародышами микроскопических организмов.

Во всех моих опытах споры, взятые при помощи предварительно нагретой и охлажденной платиновой проволоки из чистых спорангиев *penicillium*, развившихся в закрытом сосуде, проросли во всех без исключения склянках, дали хлопья мицелия и затем прекратили свое развитие из-за недостатка воздуха. Нигде не было заметно ни малейшего брожения, ни малейшего образования дрожжей, ни малейшего признака бактерий или молочнокислых дрожжей.

С теми же отрицательными результатами опыты были повторены с неохмеленным суслом. Предварительные опыты показали, что для того, чтобы сусло не портилось, необходимо охмеленное сусло нагреть минимум до 70°, а неохмеленное — до 90°.

Словом, нельзя утверждать, как это делают Трекюль, Гофман и другие естествоиспытатели, что споры *penicillium* могут превратиться в спиртовые дрожжи.

Если подойти к культурам *penicillium* с другой точки зрения, то мы получим замечательные результаты, объяснение которых тесно связано, по-моему, с физиологической теорией брожения, составляющей предмет одной из дальнейших глав. Дело идет об образовании спирта живым растением при определенных условиях развития.

Перегоняя сахаристые растворы, на поверхности или внутри которых развивался *penicillium*, и повторяя несколько раз перегонку способом, дающим возможность определять самые ничтожные количества спирта, легко установить, что в растворах часто содержится обыкновенный спирт. Кроме того, рассматривая количество

получаемого спирта, всегда, впрочем, довольно незначительное, редко превышающее 0,001—0,0015 объема раствора, мы найдем, что не существует никакой пропорциональности между этим количеством и весом плесени. Может, например, случиться, что плесень, вес которой в сто раз меньше веса другой плесени, дает спирта гораздо больше. Часто при очень сильном развитии плесени вовсе не удается установить образования спирта, несмотря на всю точность применяемого метода (см. стр. 595).

Чем же объясняется непостоянство результатов в отношении содержания спирта в культурах этой плесени? Многочисленные произведенные мною опыты с точностью показали мне, что это зависит от бо́льших или меньших количеств воздуха или кислорода, находящихся в распоряжении плесени, независимо от того, идет ли дело о погруженном мицелии или о всем растении в целом, вместе с его органами размножения. В тех случаях, когда растение располагает избытком кислорода, спирта не образуется или образуется очень мало. Если, напротив, растение развивается с трудом, при недостатке кислорода, то количество спирта увеличивается. Другими словами, в этих условиях растение начинает обнаруживать свойства, присущие ферментам.

Недавно, желая убедиться в том, что споры *penicillium* не превращаются в дрожжи, мы засеяли чистые споры в маленькие склянки, содержащие очень мало воздуха, вместимостью от 50 до 100 см^3 и после посева герметически закупорили их. Прорастание и развитие спор в таких условиях происходит всегда с большим трудом и скоро останавливается из-за недостатка воздуха. Вес растеньица при этом ничтожен. В этих случаях нередко уже при второй перегонке можно было обнаружить присутствие спирта, несмотря на ничтожный вес плесени. Если же в параллельных опытах чистый *penicillium* растет в баллонах с большим содержанием воздуха, содержащих тот же объем сахарной жидкости, как и маленькие баллоны, то плесень, благодаря обилию воздуха, хорошо развивается и уже через несколько дней достигает значительного прироста в весе. После перегонки раствора мы, однако, часто совершенно не находим спирта, несмотря на то, что вес растения достигает 0,5—1 г и больше.

Подобные результаты получаются со всеми плесенями, которые я исследовал, хотя и наблюдаются сильные колебания в зависимости от природы последних.

Одною из наиболее любопытных в этом отношении является *aspergillus glaucus*.

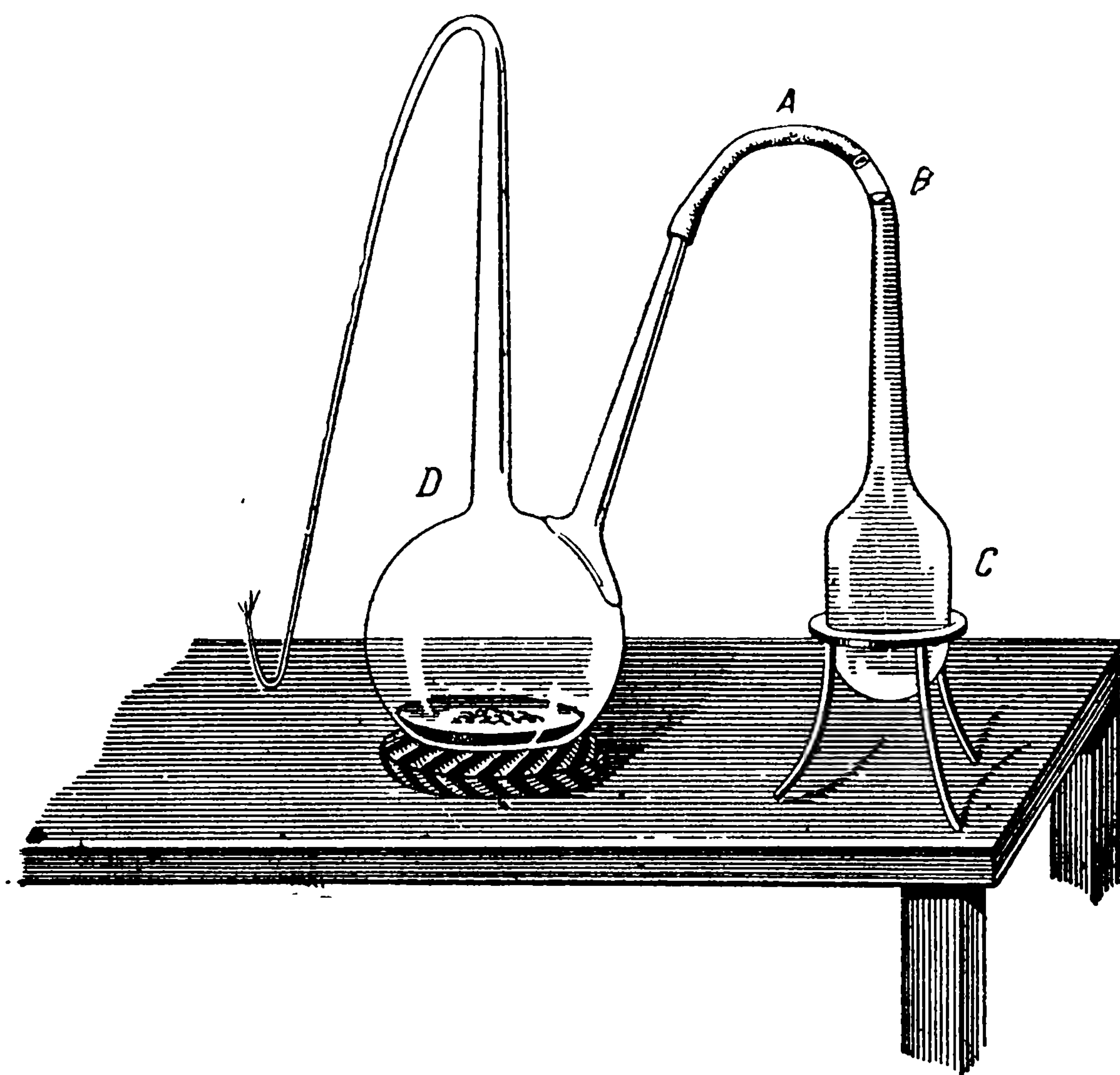


Рис. 86

15 июня 1873 г. три баллона с пивным суслом *A*, *B* и *C* были засеяны чистыми спорами *aspergillus glaucus*. Развитие пошло быстро, и спорообразование было очень обильным. 20 июня мы взболтали баллоны с жидкостями и развившейся на их поверхности плесенью. Жидкость из *A* перегнали сразу же, чтобы выяснить, имеется ли в ней спирт. Но его не оказалось.

Баллон *B* присоединили к круглодонной колбе, как это показано на рис. 86, и жидкость вместе с плесенью перелили из баллона в колбу. На другой день, 21 июня, мицелий, остававшийся в горлышке на поверхности жидкости, оказался усеянным пузырьками газа. Взбалтывание жидкости вызвало их выделение. 22 июня газ появился в

таком же большом количестве, и часть мицелия, поднявшаяся со дна колбы и застрявшая в горлышке, оказалась вздутой от пузырьков газа. При взбалтывании эти пузырьки отделялись, но на следующий день снова образовывались. Так продолжалось в течение нескольких дней. Однако газ не выделялся непрерывно, как это бывает при обыкновенном брожении.

20 июля жидкость выливают из баллона и перегоняют. В ней содержится еще много сахара, но также заметное количество спирта. Под микроскопом не обнаруживается ни единой клетки обыкновенных спиртовых дрожжей.

Значит, *aspergillus*, достигший полного развития в присутствии значительного количества воздуха, не дает спирта. Однако если его погрузить в жидкость таким образом, чтобы доступ кислорода к нему был затруднен, то он начнет разлагать сахар тем же путем, как пивные дрожжи, образуя углекислоту и спирт.

Те же результаты еще яснее обнаружились в баллоне *C*, жидкость которого после взбалтывания не была перелита, как в предыдущем случае. Начиная с 21 июня мицелий оказался поднятым на поверхность и усеян крупными пузырьками газа, которые образовывались вновь каждый раз, как их удаляли путем взбалтывания. Этот баллон был исследован 1 ноября 1873 г. Он сохранил прежний вид. Раствор был покрыт мицелием с массой спор, приподнятым крупными пузырьками газа, которые еще не исчезли. Вот анализ жидкости:

Спирта	1,2
Глюкозы	84,0
Декстрина	32,0

Жидкость была совершенно прозрачной, с осадком из бесформенных зернышек, который образуется во время подготовки баллона, после кипячения. Если слегка раздавить мицелий, развившийся на поверхности жидкости, то мы увидим картину, изображенную на рис. 87. Среди обыкновенных гиф мицелия, не воспроизведенных на рисунке и не превышающих $\frac{1}{300}$ мм, наблюдаются более крупные, изогнутые самым причудливым образом гифы, вздутия которых до-

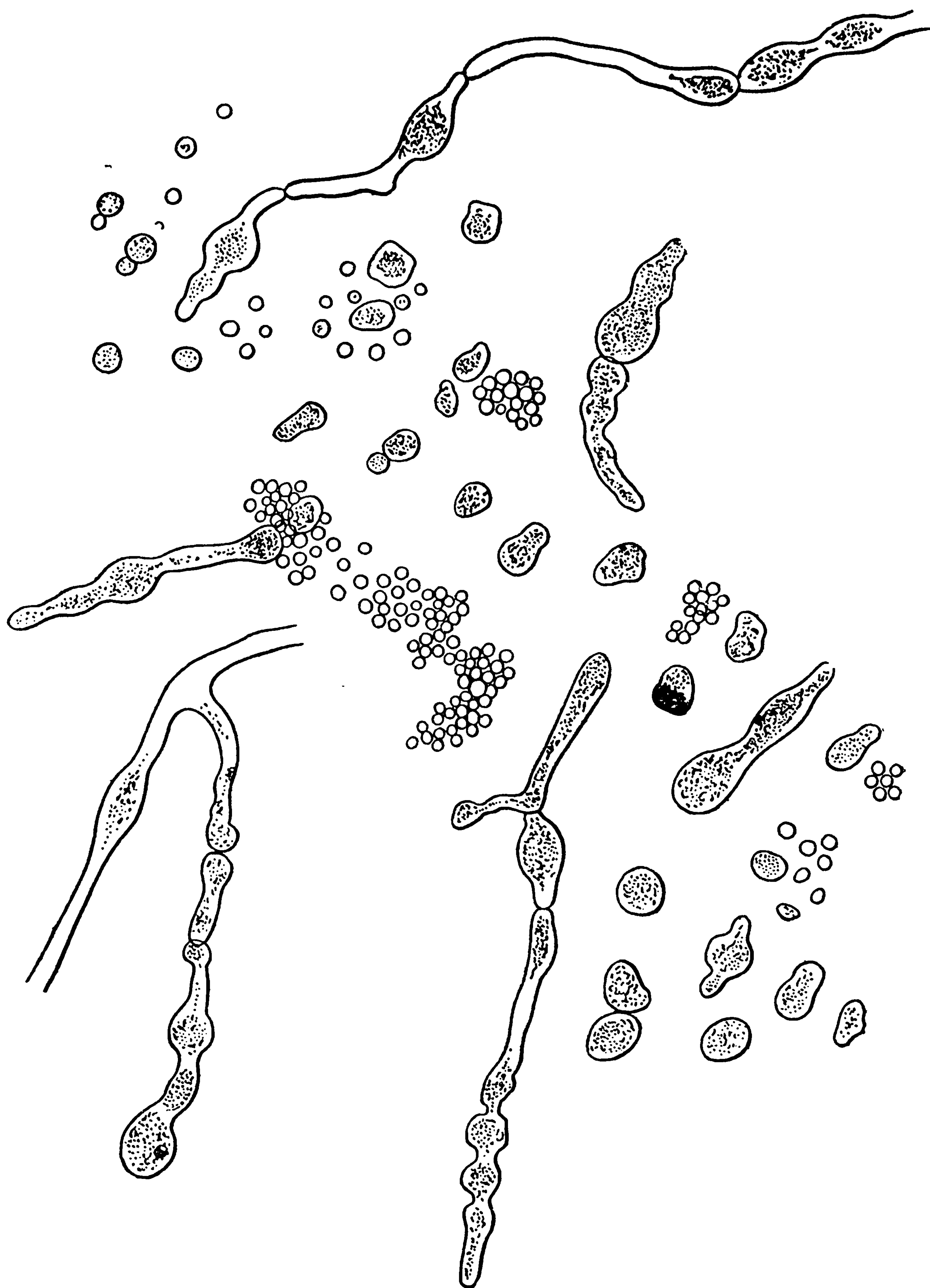


Рис. 87

стигают $\frac{1}{50}$ мм в поперечнике. Многочисленные споры *aspergillus* обычных размеров смешаны с другими, более крупными спорами и с большими раздутыми клетками с неправильными или шаровидными выступами и зернистым содержимым. Наличие всевозможных переходов между нормальными спорами и большими клетками, а также между этими последними и гифами заставляет предположить, что все эти причудливые формы произошли из спор, изменивших свою структуру под влиянием особых условий, в которые они были поставлены [63]. Эти-то клетки и неправильной формы гифы, развиваясь с большим трудом, и вызвали, без сомнения, слабое, хотя и совершенно очевидное, брожение, давшее больше грамма спирта. При отсутствии кислорода или при количестве его, недостаточном для нормального развития мицелия и прорастания спор, гифы и споры проявили ту же деятельность, какую должны были проявить в отсутствие кислорода пивные дрожжи.

Изучая с этой предвзятой точки зрения развитие *aspergillus glaucus*, мы скоро убедимся, что раздутая форма гиф является действительно следствием большего или меньшего недостатка воздуха. Гифы мицелия, свободно развивающиеся при достаточном доступе воздуха, имеют вид молодых полупрозрачных нитей с небольшим поперечником и с разветвлениями обычной формы. Те же из них, которые расположены ближе к центральной, плотной и спутанной части мицелия, недоступной для кислорода, поглощаемого периферическими гифами, отличаются более сильной зернистостью, бóльшими поперечными размерами и вздутиями. На этих гифах конидий не наблюдается [64]. Однако можно сказать, что конидии у них на грани появления. Перего-

[63] Когда я исправлял корректуру этой уже устаревшей редакции, я усомнился в правильности названия *aspergillus glaucus*, которое я дал плесени, формы развития которой изображены на рис. 87, потому что я заметил в последующих рисунках моих наблюдений аналогичную форму, относящуюся к голубоватому виду *penicillium* с довольно объемистыми спорами. К счастью, эти сомнения совершенно не затрагивают сущности предмета. Неважно, тот ли или другой вид плесени дает спиртовое брожение, связанное с особенностями форм развития спор при недостатке воздуха.

[64] Названием конидии обозначают цепочки клеток, являющиеся настоящими мицелиальными спорами

родки вздутых гиф часто очень сближены между собою, а гифы имеют вид нитей, состоящих из вздутий, или клеток, напоминающих конидии. Они изображены на схематическом рисунке (рис. 88) и намеренно помещены рядом с рисунками, на которых изображен *mucor*.

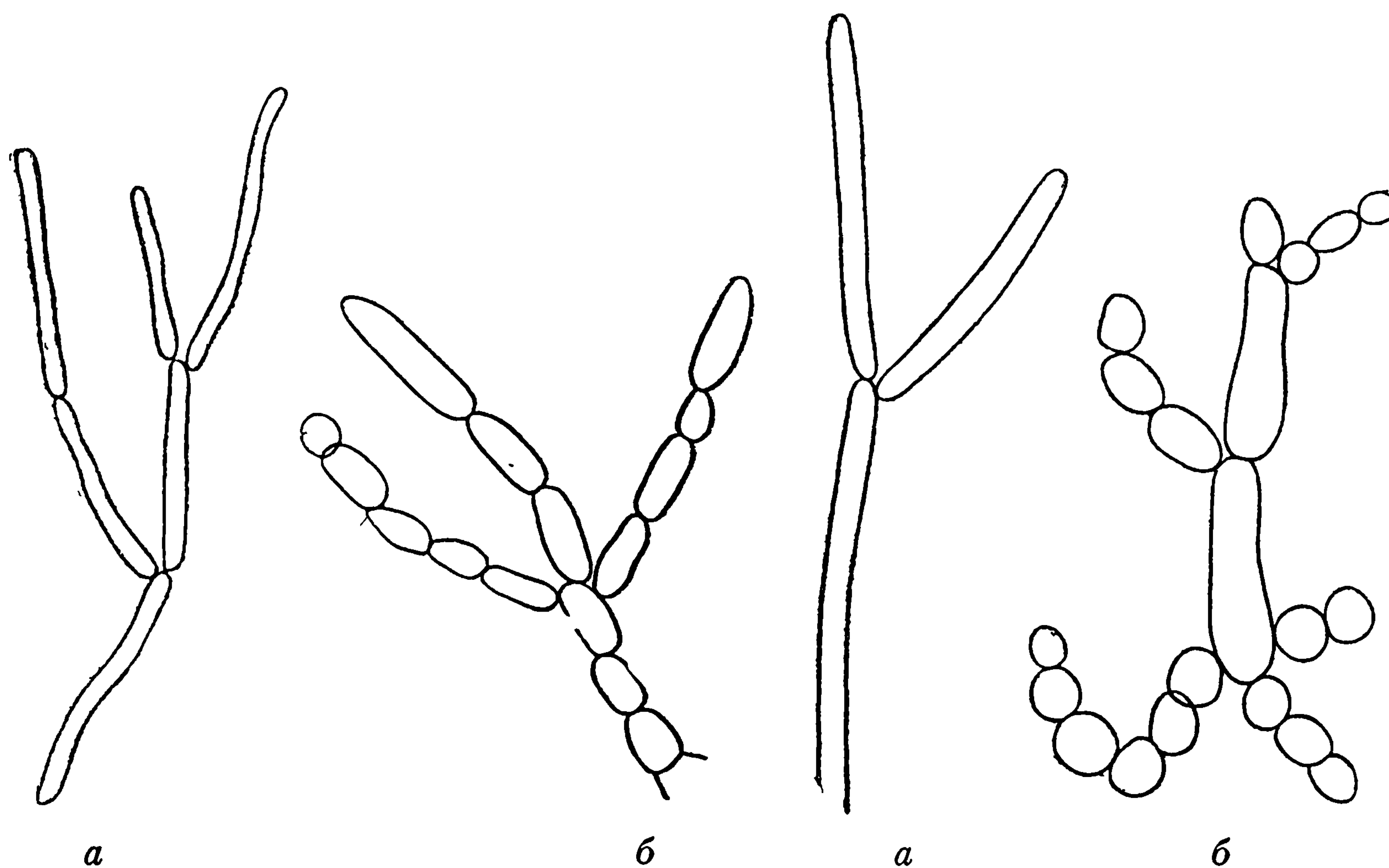


Рис. 88 *Aspergillus glaucus* (*а*, *б*) и *Mucor racemosus* (*а*, *б*):
а — периферическая часть мицелия, развивающаяся при избытке воздуха; *б* — центральные, погруженные участки мицелия, развивающегося при недостатке воздуха.

О последнем мы скоро будем говорить в связи с тем, что он обладает замечательными конидиями и проявляет способность к брожению, как только культуры его начинают испытывать недостаток в воздухе.

Излишне добавлять, что в этих культурах *aspergillus*, обнаруживших спиртовое брожение, не было клеток пивных дрожжей, хотя условия настолько подходили для обыкновенного спиртового брожения, что после внесения в баллон небольшого количества этих дрожжей усиленное спиртовое брожение начиналось уже через несколько часов.

Вот еще цифры, полученные с культурой *aspergillus glaucus*, также выросшей на обыкновенном охмеленном пивном сусле и выдержанной в течение года.

Баллон в 300 см^3 засеян *aspergillus* 21 декабря 1873 г. и поставлен в термостат при 25°. Плесень начала развиваться отдельными участками, которые впоследствии соединились вместе, но не покрыли всей поверхности сусла. Развитие нескольких участков плесени наблюдалось и в глубине. Участки, которые появились на поверхности, вскоре были окружены крупными пузырьками газа.

12 декабря 1874 г. жидкость и растение, которое уже давно казалось безжизненным, были исследованы. Мицелий состоял из старых зернистых гиф с редкими вздутиями. Сухой вес плесени равнялся 0,50 г при объеме жидкости в 122 см^3. Найдено 4,4 см^3 15° спирта, вес которого приблизительно в 7 раз превышал вес растения. Кислотность жидкости соответствовала 2,8 г серной кислоты, т. е. сильно превосходила кислотность пивного сусла. Это показывает, что брожение *aspergillus* сопровождается образованием органической кислоты, природу которой интересно было бы установить. Гэйон в моей лаборатории приступил к выяснению этого вопроса *.

Чтобы закончить с *aspergillus glaucus*, я сообщу об опыте, в котором две его культуры, развиваясь в баллонах равного объема, были поставлены в одинаковые условия, с той только разницей, что через один из них протягивался ток чистого воздуха, а через другой — нет. Через несколько дней плесень в баллоне, через который протягивался воздух, достигла значительно большего развития, чем плесень в другом баллоне. Баллоны были вскрыты, и сравнены веса плесеней после их высушивания при 100°.

Плесень в токе воздуха 0,92.
Плесень в бессменном воздухе 0,16.
Отношение весов 92 : 16 = 5,75.

В баллоне, через который протягивался воздух, спирта не было. В этом опыте пары, увлекаемые током воздуха, конденсировались в U-образной трубке, погруженной в холодную воду. Раствор другого баллона содержал заметное количество спирта, хотя вес плесени в нем был почти в шесть раз меньше.

Совокупность изложенных фактов лишний раз доказывает, что: 1) ни *penicillium*, ни *aspergillus glaucus* не превращаются в пивные

дрожжи даже при условиях, наиболее благоприятных для развития последних; 2) плесень, которая в присутствии кислорода черпает необходимую для питания теплоту из процессов горения, происходящих за счет кислорода, может, хотя и с трудом, продолжать свое существование в отсутствие кислорода, причем форма ее мицелия и спор меняется, а все растение начинает обнаруживать склонность к брожению, разлагая сахар с образованием углекислоты, спирта и других веществ, еще не определенных и, по всей вероятности, различных для каждой плесени. Так, во всяком случае, приходится объяснить рассмотренные нами факты. Изложенные в дальнейших главах наблюдения сделают это объяснение еще более правдоподобным.

§ 2. Культура *mycoderma vini* в чистом состоянии. —Подтверждение наших первоначальных взглядов на причину брожения. — *Mycoderma vini* не превращается в дрожжи, хотя способна вызывать начало брожения.

Цвель вина, сидра, пива знакома всем [65]. Лишь только к жидкостям, в которых происходило брожение, будет открыт свободный доступ воздуха, на их поверхности появляется белая пленка. Эта пленка постепенно утолщается и становится складчатой, так как поверхность жидкости оказывается слишком тесной для необычайно быстро размножающихся члеников, которые ее составляют. Быстрота этого размножения порою граничит с чудом. В летнюю жару в среде, особенно благоприятной для развития растения, за несколько часов образуются многие миллиарды клеток. В связи с этим поглощение кислорода, необходимого для поддержания усиленного питания, выделения теплоты и образования углекислоты, достигает значительных размеров. Стеклянная пластинка, помещенная на некотором расстоянии над микодермой, через некоторое время начинает потеть, и вскоре влага скопляется на ней в крупные капли. Поглощение кислорода так велико, что на поверхности жидкости, кроме пленки микодермы, не развивается никакая другая плесень, хотя вместе с пылью на нее

[65] См. Pasteur. «Исследования о вине».

непрерывно попадают посторонние споры; пленка микодермы успевает поглотить из воздуха весь кислород, несмотря на то, что происходит постоянная смена воздуха над ее теплой и влажной поверхностью. Однако, когда развитие замедляется, рядом с этим растением тотчас же обнаруживаются другие микодермы, в частности, *mycoderma aceti,* или различные плесени, обыкновенно *penicillium glaucum.* Это и есть один из трех фактов, неправильное толкование которых привело к признанию возможности и даже легкости превращения *mycoderma vini* или *cerevisiae* в *penicillium* и обратно [66].

Изучение культур *mycoderma vini,* свободных от каких бы то ни было посторонних примесей и развивающихся на поверхности и в глубине сахаристых жидкостей, представляет огромный интерес для теории спиртового брожения. Остановимся на нескольких примерах.

21 июня 1872 г. в три баллона с пивным суслом (рис. 89) *A, B* и *C* засевают *mycoderma vini.* Для засева микодерму берут с поверхности дрожжевой воды с сахаром из обыкновенного закрытого баллона, в который *mycoderma vini* была внесена из пивного сусла, зараженного в свою очередь *mycoderma vini,* развившейся на вине. За-

---

[66] В то время, когда я перечитывал этот параграф, я нашел в «Journal d'Anatomie et de Physiologie» Робена статью за его подписью, озаглавленную: «Sur la nature des fermentations...», 11, 1875, p. 379, в которой этот ученый микрограф выражается следующим образом: «...*torula cerevisiae* происходит из *mycoderma cerevisiae.* Я также не сомневаюсь больше, после сделанных мною наблюдений, что *penicillium glaucum* является одной из эволюционных форм указанных выше спор или дрожжей, как это давно показал Трекюль. Можно также сказать, что споры *penicillium,* прорастая в подходящих средах, дают споровые формы, называемые *mycoderma*».

Я беру на себя смелость заметить, что это утверждения, в пользу которых Робен не приводит никаких доказательств. До сих пор невозможно указать подходящую среду, которая позволила бы установить эти различные превращения или этот полиморфизм. Со времени Тюрпена, который думал, что видит их очень хорошо, и до наших дней ни одному из микрографов, утверждавших о таких превращениях, не удалось убедить в этом других, и самые новые наблюдения Трекюля определенно опровергаются моими именно в том, что касается *penicillium* и его превращений в дрожжи или пивную микодерму. По моему мнению, я дал по этому вопросу не допускающие возражений доказательства.

сев производят при помощи зажатой в щипчики платиновой проволоки (и щипчики и проволоку для очищения проводят предварительно через огонь). Благодаря ряду последовательных пересевов в закрытых сосудах, которые открываются только в момент засева, освобождаются от всех посторонних спор, в частности от зародышей *mycoderma aceti*, обычного спутника *mycoderma vini*. *Mycoderma aceti* с большим трудом развивается на растворах с сахаром, имеющих нейтральную реакцию.

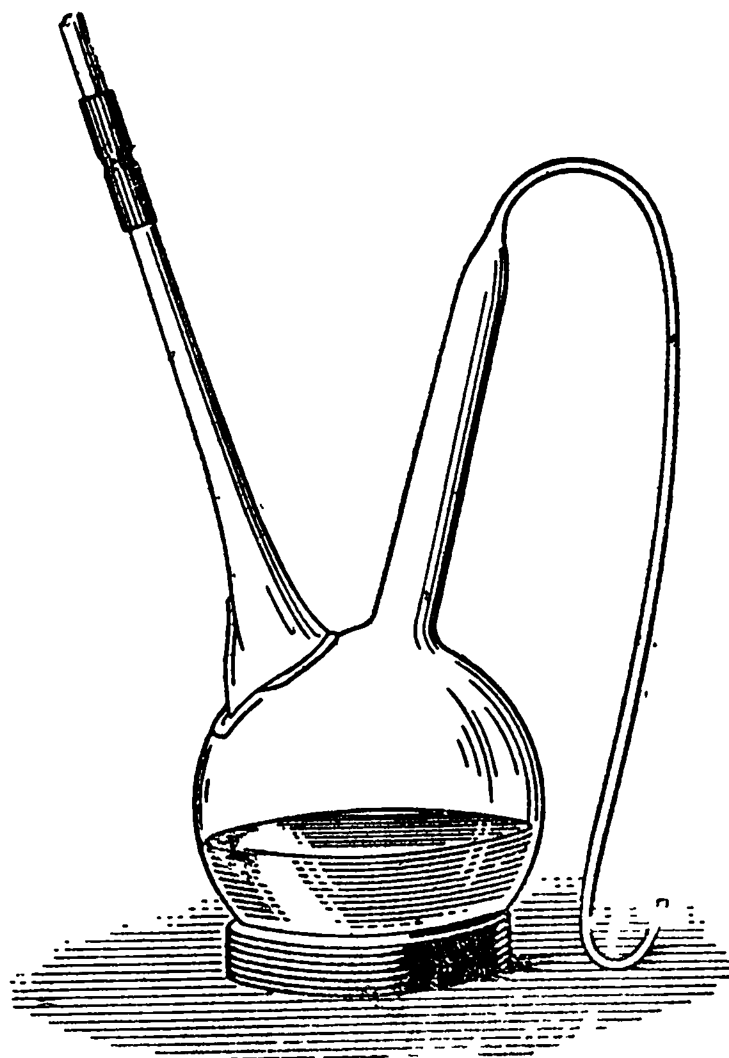


Рис. 89

В ближайшие затем дни поверхность растворов в трех баллонах покрывается пленками *mycoderma vini* совершенно чистыми на вид. При помощи микроскопа устанавливают полное отсутствие примесей *mycoderma aceti*, молочнокислых дрожжей и пр.[67].

26 июня жидкость из *A* сливают и перегоняют. Спирта в ней не оказывается. Жидкость баллонов *B* и *C* взбалтывают (с соответствующими предосторожностями), чтобы погрузить в них, насколько возможно, пленки. Затем выдерживают баллоны при 26—28°. В следующие дни в жидкостях, сохранивших свою прозрачность, под оставшимися на поверхности участками пленки начинают появляться в большом числе пузырьки углекислоты, так что

[67] Нет ничего легче, чем изучать во время опыта жидкость и организмы баллона. Вынимают стеклянную пробку, закрывающую каучуковую трубку правого отверстия, и с помощью длинной прокаленной палочки или стеклянной трубочки берут пробу, которая тотчас же подвергается микроскопическому исследованию. Затем помещают на место стеклянную пробку, проведя ее предварительно через пламя, чтобы сжечь органическую пыль, которую она могла набрать со стола, на который ее клали.

получается впечатление медленного непрерывного брожения. 29 июня декантируют и перегоняют жидкость из *B*. В ней находят весьма заметные количества спирта, которые могут быть определены уже после первой перегонки. Баллон *C* снова взбалтывают. Он продолжает проявлять признаки брожения. Через несколько дней, однако, выделение пузырьков углекислоты прекращается.

Прежде всего констатируем, что *mycoderma vini* не превращается в дрожжи. Действительно, еще сегодня, 15 июля 1873 г., баллон со своей пленкой и со своим осадком *mycoderma vini* стоит у меня перед глазами без всяких признаков посторонних плесеней. В нем нет ни *penicillium glaucum*, ни *mucor mucedo,* ни *rhizopus nigricans,* ни *mycoderma aceti,*— словом, ни одного из тех организмов, которые не преминули бы появиться на поверхности столь подходящей для их развития среды, если бы *mycoderma vini* обладала способностью превращаться в ту или иную из этих обыкновенных плесеней. Хотя сахар из раствора еще не исчез, клетки настоящих пивных дрожжей в нем совершенно отсутствуют. Из этого следует, что в тех случаях, когда уже через несколько дней после засева в культурах *mycoderma vini*, развивавшихся при доступе воздуха, появляются одна или многие из этих плесеней, то это значит, что, помимо воли исследователя, из воздуха попали в жидкость зародыши этих посторонних организмов.

Можно было бы, пожалуй, опасаться, что условия культуры в наших баллонах не допускают одновременного появления этих обыкновенных плесеней и *mycoderma vini*. Это неверно. 24 июня 1872 г. я засеял три баллона с подсахаренной дрожжевой водой таким же образом, как и предыдущие:

В первый — *mycoderma vini* вместе с *penicillium glaucum.*

Во второй — *mycoderma vini* вместе с *mucor mucedo.*

В третий — только *mycoderma vini.*

Для этого обмакивали платиновую нить, служащую для засева, в чистую пленку *mycoderma vini*, потом притрагивались этой нитью к спорангиям плесени. 29 июня на поверхности первого баллона видны зеленые островки *penicillium* и пятна *mycoderma vini.* Во втором — объемистый мицелий *mucor mucedo*, раздувшийся от появления больших пузырьков, поднявшихся на поверхность жидкости, и

совершенно покрытый пленкой *mycoderma vini*. Что касается третьего баллона, то на поверхности жидкости имелись лишь пятна очень чистой *mycoderma vini*. Этот последний баллон после нескольких месяцев пребывания в термостате при 25° также дал лишь *mycoderma vini* без примеси какой бы то ни было другой плесени.

Таким образом, можно с уверенностью утверждать, что *mycoderma vini*, развиваясь на поверхности растворов, при доступе свободного от пыли воздуха не дает ни малейших признаков превращения в обыкновенную плесень или в пивные дрожжи, как бы долго ни оставалась она в соприкосновении с чистым воздухом.

Вернемся теперь к происходящему при повышенной температуре слабому и ограниченному выделению углекислоты и спирта, которое мы наблюдали после погружения в жидкость пленки *mycoderma vini*[68]. Мы имеем здесь, несомненно, дело с фактом, совершенно подобным тем, которые мы наблюдали при изучении *penicillium*

[68] Можно иначе доказать существование спиртового брожения, вызванного клетками погруженной *mycoderma vini*. С этой целью, после того, как все будет приготовлено, как указано было выше, и пленка *mycoderma vini* будет взболтана в жидкости, соединяют баллон с колбой, как указано на рис. 86, и мутную жидкость переводят в колбу. В следующие дни можно видеть беспрерывное брожение, продолжающееся очень долго и обнаруживающееся в колбе благодаря очень маленьким пузырькам, непрерывно подымающимся со дна, но в каждый момент в очень небольшом количестве. Нельзя сомневаться в том, что брожение идет непрерывно, но оно весьма мало активно, и хотя оно длится очень долго, оно останавливается задолго до того, как сахар окажется потребленным.

Опыт, поставленный так, как я только что указал, доказывает лучше, нежели всякий другой, что *mycoderma vini* не превращается в обыкновенную плесень, *penicillum* или какую-либо иную. Действительно, после переливания жидкости в колбу стенки баллона оказываются покрытыми налетом *mycoderma vini* и небольшим количеством жидкости. Кроме того, в баллон имеет доступ воздух, который все время частично возобновляется благодаря колебаниям температуры в термостате. Таким образом, оставшаяся на стенках *mycoderma vini* оказывается в наилучших условиях для превращения в плесень, если это только возможно. Мало того, легко отделить баллон от колбы и вводить в него воздух постоянно или же один-два раза в день. Ни в одном случае нельзя заметить зарождения и рост чего-либо другого, кроме *mycoderma vini*.

и *aspergillus* в предыдущем параграфе. Клетки или членики *mycoderma vini,* усиленно прорастая и развиваясь в жидкости, содержащей сахар, при доступе воздуха живут за счет сахара и других находящихся в жидкости веществ. Они обнаруживают полное сходство с животными, которые также поглощают кислород и выделяют углекислоту, сжигают те или иные соединения, образуют новые вещества и соответственно растут. При таких условиях *mycoderma vini* не только не образует спирта в количествах, доступных для анализа, но даже при наличии последнего в растворе сжигает его при помощи кислорода и превращает в воду и углекислоту [69]. Но погрузим микодерму в жидкость и посмотрим, что из этого произойдет. Если бы плесень не была в состоянии приспособиться к новым условиям, она должна была бы погибнуть, подобно животному, задыхающемуся при внезапном лишении кислорода. Если же допустить, наоборот, что существование ее может продолжаться, то надо ожидать, что новые условия питания вызовут какие-нибудь особые изменения в ее структуре или в производимых ею химических процессах. И действительно, наблюдения показывают, что жизнь клеток микодермы после их погружения в жидкость продолжается. Жизнь медленная, затрудненная, не особенно длительная, но не подлежащая сомнению, и она сопровождается спиртовым брожением, т. е. образованием спирта и выделением углекислоты. Если в один из ближайших дней после погружения пленки мы возьмем каплю раствора, полную распавшихся клеток микодермы, то увидим слабые, но заметные изменения внешнего вида многих из этих клеток. Они увеличиваются в размерах, их протоплазма изменяется, некоторые из них образуют маленькие пленки. Однако очевидно, что все эти процессы внутреннего питания и вызываемые ими изменения в тканях совершаются с большим трудом. Почки, если они образуются, вскоре отделяются, и образования новых клеток уже не происходит. Тем не менее такие изменения сопровождаются разложением сахара на спирт и углекислоту.

Сопоставляя эти факты с теми, на которые мы указывали у культур *penicillium* и *aspergillus*, мы должны признать, что образование

[69] Pasteur. Etudes sur les mycodermes. C. r. de l'Acad. sci., 54, p. 265—270; 55, 1862, p. 28—32.

спирта и углекислоты из сахара, т. е. спиртовое брожение, представляет собою химический процесс, связанный с жизнью самых различных по природе клеток. Оно обнаруживается тогда, когда эти клетки лишаются возможности свободно сжигать питательные вещества путем дыхания, т. е. поглощения свободного кислорода, и должны поддерживать свое существование, пользуясь содержащими кислород веществами, которые, как сахар или как взрывчатые вещества, дают при своем расщеплении теплоту. Таким образом, способность вызывать брожение не является присущей тому или другому организму, тому или другому органу; она представляет собой свойство всех живых клеток вообще, свойство, готовое проявиться и действительно проявляющееся, как только прекращается доступ свободного кислорода или, по крайней мере, таких его количеств, которые обеспечивают все процессы питания. Эта способность проявляется или исчезает в зависимости от характера жизнедеятельности клеток в отсутствие кислорода. Она слаба и кратковременна, если слаба жизнедеятельность клеток в этих условиях; наоборот, когда растение, отдельный орган или клетка способны легко размножаться при новых условиях, образование спирта и углекислоты будет идти интенсивно и долго, с большими выходами этих продуктов. Этим обусловливается все необычайное разнообразие энергии брожения, а равно и существование ферментов всевозможной формы и различных видов. Можно без труда представить себе, что разложение сахара пойдет совершенно иным путем, чем мы указывали, и что вместо спирта, углекислоты, глицерина оно даст молочную, масляную, уксусную и другие кислоты. Только определенные группы более или менее сходных растений будут разлагать сахар на спирт и углекислоту; другие группы, с иными отличительными свойствами, будут действовать иначе. Словом, сколько организмов, столько, можно сказать, и различных ферментов.

Обе части рис. 90 изображают *mycoderma vini* в различные моменты от начала погружения. В левом полукруге ясно видно набухание многих члеников, изменение их внутренней плазмы и начинающееся почкование некоторых из них. Если это почкование происходит, если почки увеличиваются и отделяются в виде новых

клеток, которые, в свою очередь, могут почковаться, то перед нами будут все характерные черты пивных дрожжей, а также, несомненно, признаки активного брожения, потому что оно относится к явлениям того же порядка питания и жизненной энергии, о которых мы говорим. Но вместо того чтобы настаивать на толковании еще малочисленных фактов, будем продолжать собирать таковые, варьируя их, сколько возможно. Каждый из примеров, взятый в отдельности, может показаться недостаточным для обоснования теории, которую я защищаю, но их совокупность, я надеюсь, убедит читателя.

Мне представляется полезным ввести теперь же два новых обозначения, которые хорошо характеризуют отмеченные выше факты и которые облегчат нам дальнейшее изложение. Ввиду того, что жизнь может продолжаться при известных условиях и без доступа кислорода и что питание в таком случае сопровождается явлениями, имеющими одновременно большое научное и промышленное значение, все живые существа должны быть подразделены на две группы: *аэробов,* т. е. таких, которые не могут жить без воздуха, и *анаэробов*, которые в крайнем случае и в течение известного времени могут без него обходиться *. Эти последние и представляют собой ферменты в собственном смысле этого слова. Бывает, что в целом организме только один орган или даже одна клетка могут некоторое время продолжать свое существование без доступа воздуха, проявляя в данный момент способность к брожению. Мы можем поэтому равным образом пользоваться выражением *анаэробная клетка,* в противоположность *клетке аэробной.*

Я предложил эти термины еще в 1863 г. в моей работе о гниении ** и с удовлетворением вижу, что они приняты различными авторами как во Франции, так и за границей.

Одним из главных положений данного параграфа является отрицание возможности превращений *mycoderma vini* в плесени или в пивные дрожжи [70]. По примеру Тюрпена и многих других исследователей, я долго признавал возможность превращения *mycoderma vini*, если не в ту или иную обыкновенную плесень, то в спиртовые дрож-

[70] Невозможность обратного превращения пивных дрожжей в *mycoderma vini* я докажу в одной из дальнейших глав.



Рис. 90 Погруженная *mycoderma vini* действует как фермент спиртового брожения. Справа — посевной материал; слева — он же после продолжительной жизни в погруженном состоянии. × 600

жи. Позднее, после более углубленных исследований, я нашел в конце концов в своих опытах ту самую ошибку, на которую я многократно указывал при разборе исследований моих противников, именно случайное, без ведома исследователя, заражение тем самым растением, о превращении в которое идет речь.

Если учесть, что всякая перебродившая спиртовая жидкость, открытая доступу воздуха, покрывается *цвелью*, трудно отказаться от мысли, что такое зацветание вызвано клетками отбродивших дрожжей. Как бы прозрачна ни была жидкость, она не бывает совершенно свободна от дрожжей, а последние могут начать развиваться на ее поверхности, как плесени. Я хотел проверить этот предвзятый взгляд путем опыта. Но между формами дрожжей и формами микодермы, вызывающей цвель, существует такое сходство, что я не надеялся прийти к определенным выводам путем микроскопического наблюдения, отыскивая переходные формы — от дрожжевой клетки к клетке микодермы. Чтобы обойти эту трудность, я пробовал произвести обратное превращение *mycoderma vini* в дрожжи. Мне пришло в голову, что я, вероятно, достигну этого, погрузив в раствор с сахаром, в котором легко может идти спиртовое брожение, известное количество пленок *цвели вина* или *цвели пива*. Погрузить микодерму в раствор — значит лишить ее обычных условий существования; это значит прекратить к ней доступ кислорода, так как последний нацело поглощается той частью микодермы, которая неизбежно остается на поверхности, как бы мы ни старались ее целиком погрузить; это значит, наконец, приблизить условия ее существования к условиям, обычным для дрожжей, производящих брожение в глубине растворов.

Опыты я поставил следующим образом. Я культивировал чистую *mycoderma vini*[71] в плоских фарфоровых чашках на отбродивших жидкостях, вроде вина и пива, или на искусственных средах, вроде дрожжевой воды со спиртом, предварительно вскипятив их, чтобы уничтожить в них зародыши дрожжей и других организмов. Сами чашки и закрывавшие их стеклянные пластинки незадолго до употребления также погружались в кипящую воду. Лишь только пленка

[71] Чистота *mycoderma* достигается так, как я указывал раньше, говоря о получении в чистом состоянии *penicillium* или других плесеней.

микодермы достигала полного развития, становилась плотной и даже морщинистой, для чего при летней температуре требовалось всего два-три дня, я при помощи сифона сливал находившийся под ней раствор. Пленка опускалась на дно чашки. Далее, я заливал всю пленку раствором, содержащим сахар, обычно виноградным соком или пивом, хранившимися по способу Аппера, предварительно нагретыми до кипения и охлажденными в закрытом сосуде. Затем я через воронки переливал всю жидкость вместе с микодермой в баллоны с длинным горлышком, прогрев предварительно как баллоны, так и воронки.

Такая постановка опытов устраняла, казалось мне, причины ошибок. Я понимал, конечно, что я работал при доступе воздуха, но опасность для меня представляли только зародыши спиртовых дрожжей, а я знал, что в пыли воздуха они содержатся в незначительном количестве. Следовательно, если бы мне удалось установить систематическое появление в моих баллонах дрожжей и спиртового брожения, то я мог бы, не боясь ошибки,— так я по крайней мере думал,— признать факт превращения клеток микодермы в клетки дрожжей. С другой стороны, я рассчитывал, что дрожжевые клетки, образовавшиеся непосредственно из клеток *mycoderma vini*, будут иметь, по всей вероятности, более или менее продолговатую форму, которая послужила бы неопровержимым доказательством искомого превращения, если оно действительно возможно.

Замечательно, что все произошло именно так, как этого требовали высказанные предположения. Сусло с сахаром в баллонах начало через несколько дней бродить. Клетки имели продолговатую форму. Наконец, я различил под микроскопом, что многие клетки и членики микодермы разбухли и, казалось, представляли несомненные переходные формы между своим естественным состоянием и дрожжевыми клетками, которые вскоре составляли часть осадка в сосудах. И все же я был введен в заблуждение.

В опытах, производимых указанным способом, дрожжи, вызывающие активное спиртовое брожение, появляются в действительности из воздуха. Они попадают либо на пленку микодермы, либо на какие-нибудь предметы, с которыми приходится работать. Две особенности

данных опытов навели меня на мысль о возможности подобной ошибки. Мне случалось иногда на дне баллонов, в которые я погружал пленки цвели, находить среди клеток микодермы крупные круглые клетки *mucor mucedo* или *racemosus* — те дрожжевые формы, с которыми мы скоро познакомимся при изучении этой интересной плесени. Если я находил *mucor mucedo* и *racemosus*, хотя засевал только *mycoderma vini*, сказал я себе, то значит споры мукора попали из окружающего воздуха. А раз с воздухом заносятся споры мукора, то почему же не попасть с ними также и дрожжевым клеткам, особенно если все это происходит в моей лаборатории? Кроме того, некоторые из опытов, которые я под влиянием моих сомнений многократно повторял, пытаясь отыскать желанное превращение, так хорошо отвечавшее моей физиологической теории брожения, дали отрицательные результаты. Превращение микодермы в дрожжи не имело в них места, хотя условия были совершенно сходны с условиями опытов, где такое превращение совершалось. Чем объяснить, думал я, подобную бездеятельность клеток микодермы? Даже в самых удачных случаях такого мнимого превращения многие клетки *mycoderma vini* не переходили в дрожжевые клетки. Но можно ли было допустить, чтобы среди миллиардов погруженных в раствор клеток ни одна не оказалась способной к превращению, если бы это превращение было действительно возможно?

Тогда, чтобы выйти из затруднения, я и решил совершенно изменить постановку опытов, применив такой способ культуры, при котором была бы если не вполне, то почти вполне уничтожена единственная причина ошибки, которую я мог предусмотреть, т. е. возможность внесения зародышей или клеток дрожжей во время манипуляций. Я достиг этого при помощи баллонов (рис. 89), в которых одна из трубок была закрыта каучуком со вставленной в него стеклянной пробкой, а другая изогнута. Применение таких баллонов позволило мне получать культуру микодермы и изучать ее под микроскопом, не боясь того, что в нее может попасть внешняя пыль. На этот раз я получил результаты, изложенные в начале настоящего параграфа. Никогда больше я не наблюдал после погружения микодермы в раствор ни дрожжей, ни активного спиртового брожения в самых балло-

нах или в соединенных с ними колбах (рис. 86). Но зато я установил появление того спиртового брожения, которое вызывается самой микодермой, брожения еще более поучительного, чем то, которое я стремился обнаружить, и не менее важного, без сомнения, для подтверждения теории брожения, краткое изложение которой дано мною выше.

В эпоху, когда идеи превращения видов так легко воспринимаются, может быть, потому, что они освобождают от строгого экспериментирования, небезынтересно принять во внимание, что в течение моих исследований чистых культур микроскопических растений я однажды поверил в превращение одного организма в другой, в превращение *mycoderma vini* или *cerevisiae* в дрожжи, и на этот раз я оказался в заблуждении. Я не сумел избегнуть источника ошибки, который мое обоснованное доверие к теории зародышей позволяло мне открывать так часто в наблюдениях других исследователей.

§ 3. Культура *mycoderma aceti* в чистом состоянии

При исследовании культуры *mycoderma aceti* были сделаны те же ошибки, как и при изучении культур других микроскопических организмов. Эта мелкая плесень * многим ученым представляется до сих пор полиморфным видом, способным к глубоким изменениям в зависимости от внешних условий. Считается, что она может иметь вид то бактерий, то вибрионов, то пивных дрожжей и т. п. В последние годы в связи с этим возродилась под новым названием старая гипотеза Бюффона [72] *об органических молекулах,* гипотеза Тюрпена [73] *о точечных тельцах* ячменя, молока, альбумина, гипотеза д-ра Пино [74] из Нанси и теория *зародышевой пленки Пуше* [75] **.

---

[72] Buffon. Histoire naturelle de l'homme. Supplément, t. IV, p. 335, 338—341, Paris, 1777, in-4°.

[73] Turpin. Mémoire sur la cause et les effets de la fermentation alcoolique et acéteuse. Mémoires de l'Academie royale des sciences de l'Institut de France, 17, 1840, p. 93—153.

[74] Pineau (F.). Recherches sur le développement des animalcules infusoires et des moisissures. Annales des sciences naturelles (Zoologie), 3-e sér., III, 1845, p. 182—189.

[75] Pouchet (F. A.), Héterogénie ou Traité de la génération spontanée, Paris, 1859, in-8°, p. 335. См. также мою работу от 1862 г. о так называемом самозарождении, где я делаю обзор некоторых из этих доктрин.

Г-н Бешан, профессор медицинского факультета в Монпелье, заменил эти обозначения новым названием *микрозимы*, сохранив при этом все старые понятия и ошибки. Под *микрозимами* он подразумевает точечные тельца, наблюдаемые под микроскопом в большинстве органических жидкостей, которым он, вместе с Тюрпеном, приписывает способность возбуждать брожения и превращаться в пивные дрожжи и различные другие организмы. Они содержатся в молоке, крови, яйцах, вытяжке из ячменя и т. п., даже в меле, так что в настоящее время мы имеем поистине пикантное открытие — вид *microzyma cretae* *. Другие лица, и я принадлежу к их числу, смотрят на такие зернышки, как на нечто неопределенное, и называют их *молекулярными или подвижными зернышками,* ввиду того что они обладают броуновским движением. Неопределенные названия соответствуют неясным понятиям. Если точность терминов не соответствует вполне отчетливым представлениям, вытекающим из строго изученных фактов, то воображаемые факты рано или поздно исчезают. Но преждевременно придуманные для них названия, имеющие ложный смысл, остаются и вредят прогрессу науки, вместо того, чтобы ему содействовать.

Приводим краткое изложение системы Тюрпена, сделанное им самим. Это целая теория биогенеза, которая оставляет далеко позади теорию микрозим Бешана, описания полуорганизмов Фреми и исследования Трекюля о происхождении бактерий и молочнокислых дрожжей.

«Если в слизистом веществе, например, в студне, в растворенном гумми, в яичном белке, в растительном соке, непосредственно сгущающемся с образованием *камбия*, нельзя ничего заметить под микроскопом, то мы называем его *органическим веществом*, или *веществом, способным организоваться.* Его считают носителем органической жизни в самой простой степени. Его рассматривают как еще изолированный материал организованного. Предполагают, что невидимые молекулы, из которых состоит это способное организоваться вещество, сближаются, соединяются и в результате этого соединения используются для построения различных элементарных органов будущих тканей...

«Не правильнее ли думать, что это способное организоваться вещество, каково бы ни было его происхождение, образовано бесчисленными шариками, слишком мелкими и прозрачными для того, чтобы при существующих средствах микроскопического исследования быть замеченными, и что каждый из этих шариков, который одарен движением и своим особым жизненным центром, но большее количество которых не дозревает, способен развиваться либо в элементарный орган ткани, либо в плесневое растение?

«Способное организоваться вещество, в соответствии с последовательными этапами развития или возраста и с различными формами, которые оно принимает в тканях, можно различать под особыми наименованиями:

«1. Можно называть его *способным организоваться веществом*, поскольку составляющие его шарики еще не улавливаются существующим микроскопом.

«2. *Аморфной или состоящей из шариков тканью,*— когда раньше невидимые шарики, увеличившись, различаются под микроскопом. Выражение «аморфные или бесформенные» приложимо здесь лишь к соединению шариков, а не к самим шарикам.

«3. *Пузырчатой тканью,*— когда шарики, продолжая расти, превратились в пузырьки таким образом, что представляют массу смежных пузырьков, еще пустых или уже содержащих новое поколение шариков.

«4. *Волокнистой или трубчатой тканью,*— когда шарики, вместо того чтобы превратиться в пузырьки, вытягиваются или превращаются в трубки» [76].

---

[76] Вот как применял свою теорию Тюрпен для объяснения образования дрожжей плодов (Mémoires de l'Académie royale des sciences de l'Institut de France, 17, 1840, p. 155—156, где мы находим также на стр. 171, цитированный текст):

«Дрожжи, образованные фильтрованным соком мякоти различных плодов. Под словом мякоть подразумевают клеточную мясистую, мягкую и водянистую ткань околоплодника некоторых зрелых плодов. Эта клеточная ткань очень обильна в персике и во всех косточковых плодах; в яблоке и груше, в апельсине, в винограде и т. д. оказывается такой же, как ткань, ча-

Вот совершенно гипотетические и уже забытые идеи, которые Фреми, Трекюль, Бешан, Гофман, Галлир и другие хотели воскресить в наши дни и противопоставить такой ясной, так хорошо обоснованной фактами теории зародышей, взвешенных в воздухе или рассеянных на поверхности предметов, фруктов, живых или мертвых деревьев и т. п.

Бешан считает, что уксусное гнездо, внесенное в различные сахаристые жидкости в присутствии углекислого кальция, порождает бактерии, дающие за счет сахара или крахмала масляную, молочную и уксусную кислоты; что это же гнездо без прибавления углекислого кальция «порождает, наоборот, прекрасные клетки, возбуждающие нормальное спиртовое брожение тростникового сахара». Бешан предполагает, что уксусное гнездо представляет собою скопление микрозим. Упустив из виду, что в его опытах бактерии и дрожжевые клетки появляются вследствие случайного заражения, ничуть не связанного с присутствием внесенного уксусного гнезда, он делает следующее заключение: «В изложенных мною опытах дело происходило так, как будто бы микрозимы при благоприятных условиях являются причиной образования как бактерий, так и клеток» [77].

Разъяснение истинного значения мнимых превращений *mycoderma aceti* в сахаристых растворах в присутствии углекислого кальция и без него является целью излагаемых ниже опытов.

сто очень тонкая, образующая толщу листа. Эта ткань составлена повсюду простым скоплением смежных материнских пузырьков, всегда наполненных более или менее развитыми и окрашенными клетками, имеющими отдельные и особые жизненные центры. Неудивительно, что эти маленькие клетки, освободившись и отделившись от сложной организации и от жизни в ассоциации внутри растений, могут в подходящей среде произрастать и превращаться под новыми влияниями в нитчатую и членистую плесень.

Эти мелкие и, следовательно, прозрачные клетки, когда их оставляют в сахарной воде, растут, становятся пузырчатыми, образуя внутри себя другие мелкие клетки, прорастают, развиваются затем в гифы плесеней — именно они разлагают сахар и оказываются причиной всех явлений, составляющих то, что называют спиртовым брожением».

[77] Béchamp. Recherches sur la nature et l'origine des ferments Annales de chimie et de physique, 4-e sér. 23, 1871, p. 443—453

В баллоны с двумя горлышками я налил в качестве питательной среды смесь из $^1/_3$ орлеанского уксуса и $^2/_3$ белого вина, применяемого в Орлеане для производства уксуса. Такая среда весьма благоприятна для развития *mycoderma aceti.*

13 декабря 1872 г. я засеял растеньице в чистом состоянии кончиком платиновой иглы так, как это излагалось ранее, при других посевах различных плесеней. 19 декабря поверхность раствора покрылась молодой тонкой пленкой *mycoderma aceti.* Тогда я вылил жидкость через правую трубку, непрерывно нагревая при этом верхний изгиб другой трубки, чтобы освободить входящий воздух от зародышей. Пленка *mycoderma aceti* целиком пристала к внутренним стенкам баллона. Каким же образом перенести эту пленку в тот или иной сахаристый раствор? Этого легко достигнуть путем следующего приспособления. Опорожнив баллон, мы вместо того, чтобы закрыть пробкой, находящейся на конце правой трубки, каучуковую трубку, соединяем ее с колбой, содержащей предназначенный для опыта сахаристый раствор, предварительно прокипяченный в этой же самой колбе. Вытянутое, несколько заостренное и изогнутое горлышко колбы вставляется в каучуковую трубку в тот момент, когда раствор имеет очень высокую температуру. Раствору дают остыть в колбе и затем выливают его в баллон, где оставалась пленка *mycoderma aceti.* При этом она частью погружается в раствор, частью же всплывает на поверхность. Одни баллоны заключали в себе виноградный сок, другие — пивное сусло. В пивном сусле пленка *mycoderma aceti* уже 22-го затянула всю поверхность раствора и даже поднялась по влажным стенкам баллона выше уровня жидкости. В виноградном соке, наоборот, к этому сроку развитие растения, по-видимому, еще не началось; но 24 декабря пленка стала заметно распространяться на поверхности. В следующие затем дни я постоянно взбалтывал пленки, чтобы разорвать их и погрузить в раствор. Спиртовое брожение не начиналось.

30 декабря я описанным выше способом внес в каждый баллон по нескольку граммов углекислого кальция. Для этого колба заменяется другой колбой или, еще лучше, пробиркой с углекислым кальцием, который после сильного нагревания и последующего

охлаждения вносится в баллон. При таком способе углекислый кальций не может послужить причиной ошибок, так как он не приносит с собою посторонних зародышей.

Ни в одном из поставленных опытов я не получил спиртового или молочнокислого брожения и не обнаружил бактерий или вибрионов. Баллоны оставались в термостате при 25° до конца января 1873 г.; после этого, для выяснения природы находящихся в них организмов, осадки из баллонов были подвергнуты еще более внимательному и полному исследованию под микроскопом, чем то, которое производилось за время опытов[78]. Не было найдено ничего, кроме *mycoderma aceti*, которая развилась также на поверхности растворов, нейтрализованных углекислым кальцием, хотя более слабо. В последнем случае ее клетки приняли несколько бо́льшие размеры, чем они имели в кислых растворах.

Итак, *mycoderma aceti* ни в кислых, ни в нейтральных сахаристых жидкостях, ни в отсутствие, ни в присутствии углекислого кальция не превращается в бактерии или пивные дрожжи при том условии, если работают с чистым посевным материалом, обезопасив себя от проникновения зародышей, которые взвешены в воздухе и которые без ведома наблюдателя могут быть принесены посудой и материалами. Значит ли это, что я совершенно отвергаю полиморфизм *mycoderma aceti?* Напротив, я неоднократно старался обнаружить его. Главным образом, я старался установить физиологический полиморфизм, т. е. определить, не является ли *mycoderma aceti*, например, аэробной формой фермента, физиологически от нее отличного, в частности, молочнокислых дрожжей, формы которых иногда удивительно схожи с формами *mycoderma aceti*. До сих пор я не нашел ничего подобного.

---

[78] Нет нужды добавлять, потому что я сделал это уже ранее, что всякий раз, когда баллон открывают для взятия пробы, пользуются тонкой трубкой, предварительно проведенной через пламя спиртовой горелки. Пламя при этом также касается поверхности каучука, поверхности стеклянной пробки и т. д., сжигая органическую пыль, которая могла носиться в воздухе и проникнуть внутрь в тот момент, когда откупоривают правую трубку баллона.

Основываясь на неоспоримых опытных данных, я отвергаю лишь тот полиморфизм микодермы, который отстаивают Бешан и другие ученые, опирающиеся, с моей точки зрения, в своих выводах на недостаточные или ошибочные наблюдения.

§ 4. Культура *mucor racemosus* в чистом состоянии. Пример более активной и продолжительной жизни без доступа воздуха

Изучение различных видов рода *mucor* на естественных и искусственных сахаристых средах и сопоставление полученных данных с фактами, приведенными в предыдущих параграфах, дает чрезвычайно много для обоснования физиологической теории брожения, которая будет изложена в дальнейшем. Немецкий ботаник Байл * в своей замечательной работе, появившейся в 1857 г., утверждает, что *mucor mucedo* способен вызывать спиртовое брожение и может превращаться в обыкновенные пивные дрожжи. Первое утверждение — относительно способности этой широко распространенной плесени вызывать спиртовое брожение — совершенно правильно. Второе, т. е. возможность превращения ее в пивные дрожжи, не отвечает действительности [79].

---

[79] Как я уже упоминал выше, на стр. 600, начиная с 1861 г. я занимался вопросом о возможности превращения обыкновенных плесеней, именно — *penicillium* и *mucor mucedo,* в пивные дрожжи, а также и обратного превращения. Я пришел к отрицательному результату. Моя работа, доложенная в Обществе любителей науки на заседании 30 марта 1861 г., была опубликована лишь в виде выводов. Вот выдержка из бюллетеня этого общества за 1861 г.

«Заседание от 30 марта 1861 г. Заслушано сообщение Пастера, озаглавленное: «Sur les prétendus changements de forme et de végétation des cellules de levûre de biére suivant les conditions éxtérieures de leur développement».

«Известно, что Левенгук первый описал клетки пивных дрожжей и что Каньяр-де-Латур открыл их способность размножаться почкованием. Это интереснейшее растительное образование явилось предметом многочисленных работ химиков и ботаников. Последние со времени Тюрпена и Кютцинга почти единогласно рассматривали дрожжи как форму развития различных низших растений, именно *penicillium glaucum.* Исследования по этому вопросу, заслужившие, кажется, за последние годы наибольшего внимания, принадлежат

13 июня 1872 г. я засеваю три содержащих пивное сусло баллона *A*, *B* и *C* спорами мукора.

14-го невооруженным глазом еще нельзя заметить мицелия.

15-го мицелий уже весьма развит и местами приподнят пузырьками газа. Кроме того, отдельные скопления газа на поверхности раствора указывают на начало брожения.

16-го брожение продолжается, о чем свидетельствует пенистость поднятого мицелия.

17-го я соединяю баллоны *B* и *C* с колбами (см. рис. 86) и переливаю в последние почти все содержимое баллонов; при этом на уровне раствора в колбах остаются сплетения мицелия.

18-го в колбах начинается очень слабое брожение, которое без заметного усиления продолжается при 24° и в следующие дни. Со дна сосуда поднимаются только отдельные, редкие пузырьки газа. 22 июня температура доводится до 28°. Брожение усиливается. Со

Вагнеру, Байлю, Беркли, Г. Гофману. Исследования этих ботаников расширили и подтвердили старые наблюдения Тюрпена и Кютцинга. Совсем недавно Пуппе высказал те же идеи, даже уточнив их в некоторых пунктах».

«Я уже давно занимался этим важным вопросом, который так близко затрагивает внутреннюю природу дрожжей и явления полиморфизма низших растений, с которыми связано большинство замечательных работ Тюлана. Но я пришел к совершенно отрицательным результатам. Я хочу сказать, что мне не удалось увидеть, как пивные дрожжи превращались в какую-либо плесень и обратно. Я не мог достичь образования обыкновенными плесенями хотя бы самого малого количества пивных дрожжей».

Те же результаты я сообщил в Химическом обществе в Париже на заседании 12 апреля 1861 г.

В работе, выводы которой я только что привел, я настаивал на необходимости применения культур в чистом состоянии при исследованиях, касающихся низших организмов. Только при этом условии можно быть уверенным в полученных выводах. Я дал для этого метод, который очень мало отличается от излагаемого в этом труде. С тех пор эти культуры стали необходимым элементом исследования, и наиболее искусные ботаники, де-Бари в Германии и Ван-Тигем во Франции, изобрели способы, быть может, такие же точные, как употребляемые мной, и лучше приспособленные для изучения видового полиморфизма.

дна колбы начинают подниматься пузырьки, но до скорости спиртового брожения, вызываемого пивными дрожжами, еще очень далеко.

25-го брожение остается все в том же состоянии, скорее замедляясь, чем усиливаясь.

28-го температура 25°. Брожение прекращается.

29-го я снова поднимаю температуру до 27°, и слабое брожение возобновляется.

Значит, повышение температуры, как и следовало ожидать, заметно влияет на скорость такого рода брожения. В течение трех следующих месяцев в сосудах не обнаруживается больше и признаков брожения. Мало того, нигде, ни в баллонах, ни в колбах, не замечается никакой плесени и никакого другого организма, кроме *mucor*.

То же самое можно сказать и о сосуде *A*, жидкость которого, оставшаяся в баллоне, была заполнена студенистым и пенистым мицелием.

20 октября 1872 г., через три с половиной месяца, я снова переливаю раствор из соединенной с баллоном колбы в баллон *C*. Колбы баллона *B* я не трогаю, оставляя ее в качестве контрольной.

21—23 октября ничего особенного не заметно, но в последующие дни на поверхности жидкости в баллоне *C* показываются скопления пузырьков, и местами сплетения мицелия поднимаются вверх заключенными в них пузырьками газа. Жизнь, а вместе с ней и брожение снова возобновляются.

Чем объясняются такие изменения после того, как жидкость три месяца оставалась в совершенном покое? На этот вопрос можно дать один ответ, если учесть, что в контрольных сосудах никаких изменений и никаких признаков жизни не наблюдается. При переливании жидкости плесень, очевидно, пришла в соприкосновение со свежим воздухом, так как в баллоне воздух через изогнутую трубку сообщается с наружной атмосферой. Ранее в колбе такая аэрация отсутствовала или была совершенно ничтожной. Жидкость была налита высоким слоем, а большое скопление мицелия на ее поверхности препятствовало доступу в нее воздуха. Наконец, в узком горлышке колбы над поверхностью жидкости должен был образоваться слой углекислоты. Проследим дальше за действием аэрации на возобновление жизни

в мицелии *mucor*. Для этого нальем жидкость снова высоким слоем, чтобы опять устранить действие воздуха.

С этой целью 31 октября я переливаю жидкость вместе с осадком из баллона в колбу. К вечеру на уровне жидкости в горлышке колбы обнаруживается слабое, но непрерывное брожение с образованием пены. В последующие дни, вплоть до 20 декабря, брожение, хотя и слабое, не прекращается. Оно совершенно останавливается 20—23 декабря. Что касается баллона *B*, то он остается с 29 июня без всякого изменения, хотя температура в термостате в течение многих дней достигала 28°.

23 декабря 1872 г., чтобы выяснить, каково состояние растения в баллоне *B*, я поступаю с ним так же, как я поступил с баллоном *C* 20 октября, т. е. переливаю содержимое колбы в соединенный с нею баллон, чтобы открыть к растению доступ кислорода.

24, 25, 26, 27 декабря ничего не заметно.

28-го пузырьки газа начинают поднимать мицелий на поверхность жидкости. Значит, в колбе баллона *B* плесень оставалась в покое только потому, что была лишена воздуха, совершенно так же, как это происходило в колбе баллона *C* до 31 октября.

28 декабря я переливаю содержимое баллона *B* обратно в колбу; в следующие затем дни начинается слабое, но непрерывное брожение. 22 января оно все еще продолжается, хотя и очень медленно. Совершенно те же результаты, что и с баллоном *C* [80].

Отметим, что из баллонов *A*, *B* и *C* брались пробы в различные моменты между началом июня и январем, и что ни разу под микроско

[80] Я констатировал, что по истечении целого года, в декабре 1873 г. мукоровые дрожжи в колбе еще прекрасно регенерируют, способны размножаться в пивном сусле либо конидиальными трубками, либо шаровидными клетками и вызывать в нем, в зависимости от условий аэрации, более или менее активное или ограниченное брожение, и способны, наконец, воспроизводить все описываемые явления. С помощью этого употребляемого мною метода культивирования, без опасения примеси посторонних плесеней, могут вестись исследования, длящиеся годами, проводимые в сосудах, которые все-таки открыты, в которых внешний воздух постоянно возобновляется благодаря диффузии и колебаниям температуры. В 1875 г. в баллоне все было мертво. Возможности регенерации больше не было.

пом не было обнаружено даже следов пивных дрожжей. Отметим также, что за это время из осадков баллонов *A*, *B*, *C* были сделаны засевы в новые баллоны с пивным суслом и во всех них появился только *mucor* и характерное для него брожение: обычные же дрожжи отсутствовали совершенно.

Заключения, вытекающие из изложенных нами данных, представляют большой интерес. Заметим прежде всего, что если *mucor mucedo* и может вызывать спиртовое брожение, то превратиться в пивные дрожжи он совершенно неспособен. Эти два растения совершенно различны. Если некоторые ученые и получали культуры *mucor* в смеси с дрожжами, то, без сомнения, только потому, что происходило заражение *mucor* пивными дрожжами, которые всегда в очень большом количестве находятся в пыли, особенно в лабораториях, где производятся исследования над брожением.

Однако не в этом выводе главный интерес установленных мною фактов. *Mucor* представляет собою, очевидно, одновременно растение аэробное и анаэробное. Если бы я засеял споры мукора на ломтики груши, лимона и т. п., я увидел бы, что споры прорастают, мицелий распространяется по поверхности и дает воздушные спорангиеносцы. В данном случае растение осуществляет процессы питания, поглощая кислород воздуха и выделяя углекислоту (наподобие животных), как мною было установлено вообще в отношении плесеней в моем «Memoire concernant les corpuscules organisés qui existent en suspension dans l'atmosphère» *. Сахар при этом разрушается только в том количестве, которое усваивается для образования клетчатки молодых тканей плесени или для синтеза белковых веществ содержимого клеток путем соединения с аммиаком, серой и фосфором [81]. При таких условиях из сахара не образуется спирта или, если этот последний и появляется, то он тотчас же сгорает. Все аэробные плесени ведут себя именно так. Питание и жизнь крупных организмов протекает тем же порядком.

---

[81] Я сознательно не касаюсь при этом окислений, производимых плесенями. Они чрезвычайно близки к тем явлениям, которые в сильной степени проявляются у *mycoderma vini* и *mycoderma aceti.*

Но не такова жизнь растеньица в наших баллонах. Лишенное кислорода или имеющее в своем распоряжении после активной жизни на воздухе только недостаточное количество его, оно может продолжать свое существование и вне прямого воздействия кислорода и обусловливаемого им сгорания. В таком случае, однако, появляются все признаки спиртового брожения. Сахар, в количестве значительно превышающем вес усвоенных растением веществ, разлагается на спирт и углекислоту до тех пор, пока в погруженных в раствор клетках продолжается жизнь. Так обстоит дело в колбе, в которую была перелита из баллона жидкость с осадком. Брожение в связи с задержкой жизнедеятельности клеток совершенно прекращается или, по крайней мере, становится настолько незначительным, что внешне ничем не проявляется. Клетки при этом стареют, меняются, деформируются и делаются зернистыми. Но если жизнь в них замирает, то она не угасает совсем. Это только видимая смерть. Если доступ кислорода к растению возобновляется, то жизнедеятельность его начинается вновь, и оно вновь обретает способность к брожению, на некоторое время даже и при отсутствии воздуха.

Отсюда видно, что кислород дает толчок процессам питания клеток, которые могут затем продолжаться и в его отсутствие. Однако энергия, сообщенная растению, постепенно утрачивается. Тогда замирает и брожение, возникающее снова, когда доступ кислорода вызывает новую жизнь. Таким образом, жизненная энергия, получаемая при воздействии кислорода, как бы способна дать толчок к усвоению кислорода не газообразного, но являющегося составной частью других соединений. Это влечет за собой разложение сахара. Рассматривая вещи с такой точки зрения, я считаю возможным обобщить приведенные факты и вывести заключение, что мы найдем такие взаимоотношения между кислородом и клетками у всех живых организмов. Существуют ли в природе клетки, которые при внезапном лишении их воздуха погибают сразу же и безвозвратно? Таких, вероятно, вовсе нет. Более или менее глубокие изменения, продолжение имевших место при жизни ассимиляции и дезассимиляции, должны происходить и после исчезновения кислорода, вызывая, как правило, скрытое и мало активное брожение, которое, однако, в клетках фер-

ментов, в собственном смысле этого слова, будет гораздо более интенсивным и длительным.

Сравним вес спирта, образованного брожением *mucor*, с весом самого растения.

Первый опыт. Вначале имелось пивное сусло в количестве 120 см^3, помещенное в один из наших двугорлых баллонов. 2 января 1873 г. при помощи установки, указанной на рис. 86, соединяют этот баллон с длинногорлой колбой, содержащей осадок мукоровых дрожжей, несколько капель которых были введены в сусло баллона для засева. 3 января переводят сусло из баллона в колбу. Мы знаем, что в таких условиях сусло начинает бродить. 18 января брожение в колбе прекращается. 31 июля 1873 г. переводят жидкость из колбы в баллон. 4 августа 1873 г. еще раз переводят эту же жидкость из баллона в колбу. 25 января 1873 г. вновь переводят ее из длинногорлой колбы в баллон, где она остается до 23 декабря 1874 г., когда ее подвергают изучению. На 100 см^3 она содержит (в граммах):

Общий вес плесени	0,37
Абсолютный спирт	3,3
Кислота, вычисленная в эквивалентах серной кислоты	0,11
Сахар, восстанавливающий раствор меди	5,2
Декстрин (?)	1,6

Общий вес плесени равен 0,37 г, и общий вес абсолютного спирта равен для 120 см^3 сброженной жидкости 4 г. Значит, спирта в 10—11 раз больше по весу, чем плесени.

Второй опыт. 13 июня 1872 г. произведен засев пивного сусла в один из наших двугорлых баллонов двумя или тремя головками спорангиев *mucor*. Температура в термостате от 23 до 25°. Общий объем жидкости 120 см^3.

15-го — развившийся и приподнятый мицелий.

16-го — на всей поверхности жидкости островки пузырьков газа.

17-го переводят жидкость в колбу, соединенную с баллоном.

28-го — брожение в колбе останавливается.

29-го — оно вновь начинается, потому что подняли температуру до 27°.

20 октября переводят жидкость из колбы в баллон.

24-го — развившийся мицелий, приподнятый большими пузырьками на поверхность жидкости.

31 октября — жидкость вновь переливают в колбу.

1 ноября — слабое, но непрерывное брожение.

Брожение продолжается до 2 января 1873 г.

В этот день опять переводят жидкость и осадок из колбы в баллон, где она кажется инертной. Ее оставляют в этом баллоне до 24 декабря 1874 г., причем в течение этого длительного промежутка времени она не обнаруживает никаких признаков брожения или развития плесени.

Содержимое в баллонах тогда подвергают анализу. При этом на 100 см³ находят (в граммах):

Общий вес плесени	0,25
Абсолютный спирт	3,4
Кислота, вычисленная в эквивалентах серной кислоты	0,12
Сахар, восстанавливающий раствор меди	6,2
Вес восстанавливающего сахара после кипячения с серной кислотой и после вычитания предшествующего редуцирующего сахара. Декстрин (?)	1,0

Общий вес абсолютного спирта на 120 см³ сброженной жидкости равняется 4,1 г; значит, он в 16—17 раз больше веса самого растения.

Структура растения различна, в зависимости от того, живет ли оно при свободном доступе воздуха или при большем или меньшем его недостатке. Если оно вполне обеспечено воздухом и растет на поверхности какого-нибудь влажного субстрата или в жидкости, в которой происходит постепенное возобновление воздуха, то развивается обыкновенная плесень с мицелием из более или менее ветвистых и сплетенных между собою гиф, над которыми поднимаются воздушные спорангиеносцы. Такая форма обыкновенного мукора всем известна. Если же, наоборот, *mucor* развивается в сахаристой жидкости при недостаточном, хотя бы и к некоторым его частям, доступе воздуха, то вид его совершенно меняется. Эти изменения подобны тем, которые мы видели у погруженных в раствор *penicillium, aspergillus*

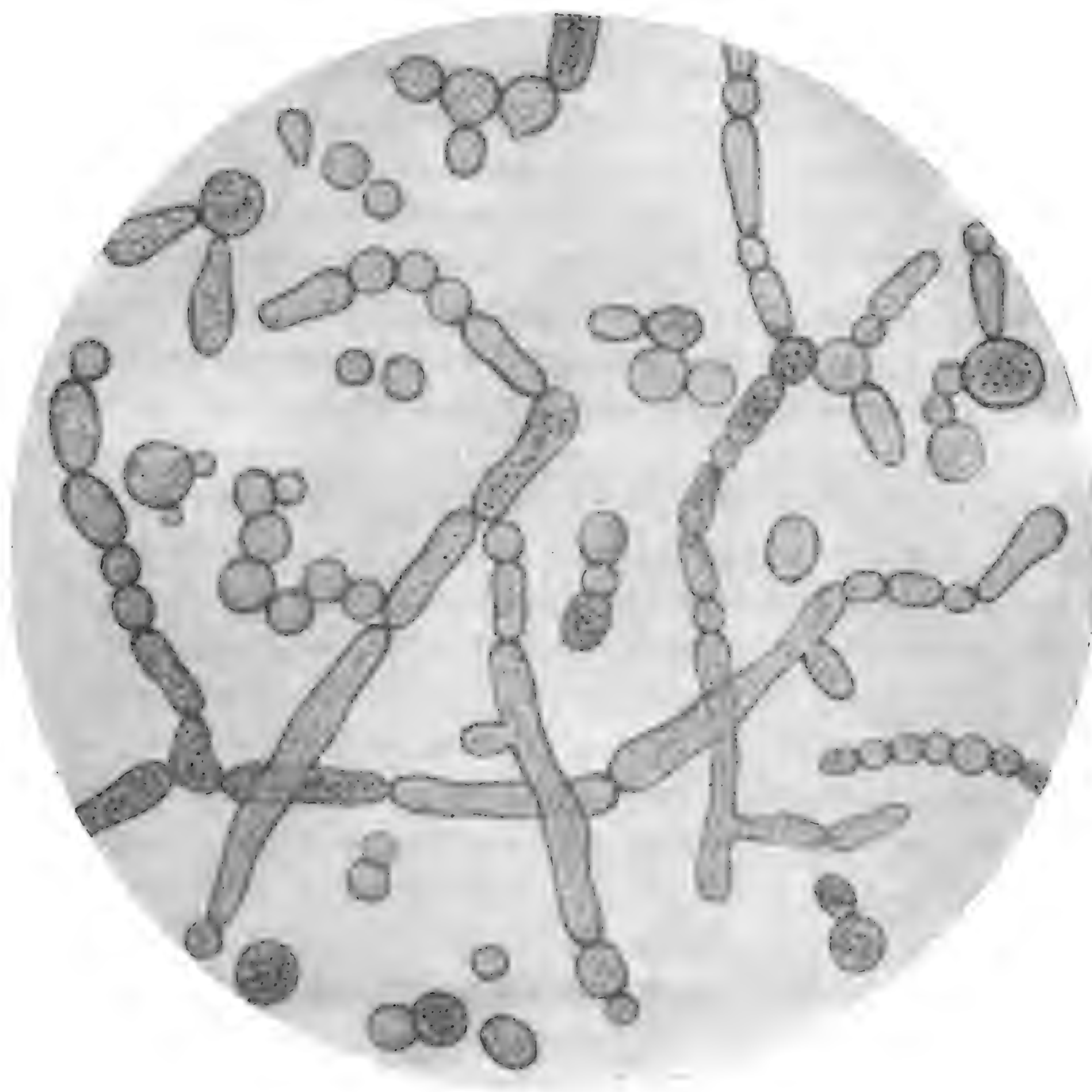


Рис. 91. *Mucor*, развивающийся в погруженном состоянии при недостатке воздуха. × 600

и *mycoderma vini*, с тою разницей, что у мукора изменения, о которых идет речь, и интенсивность питания в новых условиях выражены гораздо более резко. Споры его увеличиваются, и гифы мицелия отличаются гораздо большей толщиной, чем у нормального растения. От этих гиф ответвляются время от времени новые, которые отделяются и продолжают свое существование самостоятельно, заканчиваясь или прерываясь цепочками крупных клеток, своего рода спорами, которые могут жить, почкуясь. При почковании образуются или клетки, подобные материнским, или клетки, вытягивающиеся в гифы.

На рис. 91 изображено растение, погруженное в жидкость не особенно глубоко и потому еще имеющее в своем распоряжении некоторое количество воздуха, недостаточное, однако, для того, чтобы кислород мог играть во всех процессах питания главную роль. В морфологическом отношении этот *mucor* сильно отличается от тех, которые растут при свободном доступе воздуха. Он состоит из коротких гиф с диаметром, вдвое или втрое превышающим диаметр гиф обыкновенного мицелия, ветвистых, сильно почкующихся, для которых особенно характерны ответвления в виде цепочек из округлых, овальных или грушевидных клеток, представляющих собою настоящие споры. Едва отделившись, эти клетки начинают в свою очередь почковаться, образуя либо клетки, либо ветвистые гифы. Такие-то клетки или образуемые ими цепочки и носят название *спор мицелия или конидий.* Рисунок очень точно воспроизводит все многообразие форм и дает понятие о мощном развитии этой замечательной плесени.

На рис. 92 изображено растение, глубже погруженное в раствор, которое испытывает больший недостаток в воздухе и расходует при посредстве сахара, как источника теплоты, энергию, приобретенную им во время его развития при доступе кислорода. Гифы здесь менее многочисленны и имеют состарившийся вид. Количество клеточных форм больше, чем в первом случае. При почковании образуются, по преимуществу, шаровидные или овальные клетки. На одной клетке часто наблюдаются две, три, четыре, пять, шесть и даже более почек.

Когда почки овальных или шаровидных клеток отделяются еще молодыми, они часто имеют форму и объем клеток обыкновенных дрожжей; даже при большой привычке к такого рода наблюдениям

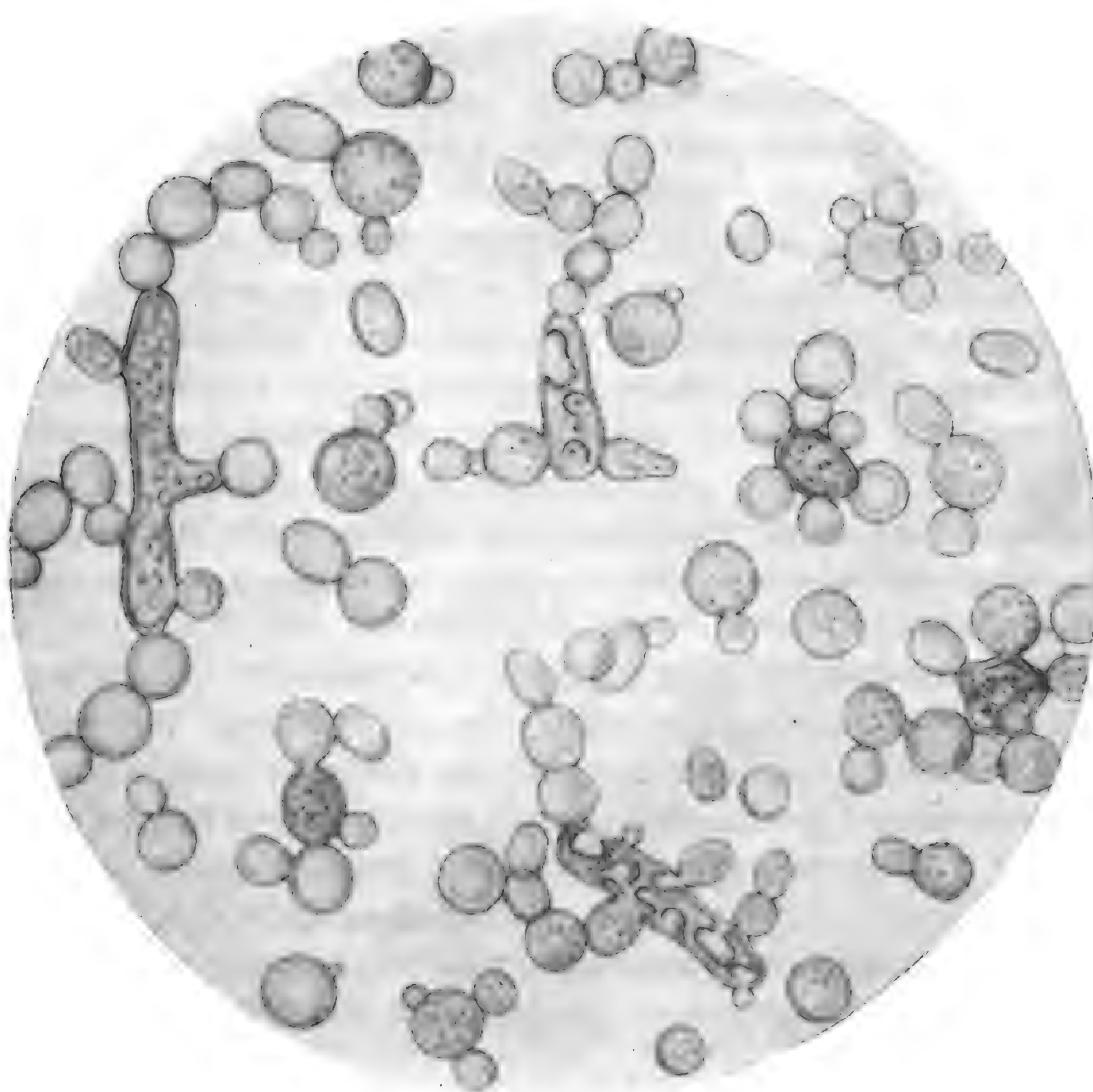


Рис. 92. Мукоровые дрожжи. × 600

не всегда удается без труда различить их, и потому вполне понятно, что легко было поверить в превращение мукора в пивные дрожжи, как это сделал такой опытный ботаник, как Байл.

Формы на рис. 91 и 92 похожи скорее на дрожжи, чем на плесень. В этих случаях вес разложившегося сахара сильно превосходит вес образовавшихся шаровидных клеток, и это выражено тем более резко, чем меньше воздуха растение имеет в своем распоряжении. Но при таких условиях развитие происходит медленно и с трудом. Фермент очень скоро стареет, и для того, чтобы поддержать развитие шарообразных клеток и сохранить их активность как фермента, необходимо постоянно их омолаживать, приводя их в соприкосновение с кислородом или подвергая действию ограниченных количеств этого газа. Переливая раствор с осадком из колбы в баллон, мы имели в виду именно эту цель. Мы приводили таким путем раствор и плесень в соприкосновение с воздухом. Состарившиеся, потемневшие и сильно зернистые клетки после переливания набухают, становятся прозрачнее, наполняются студенистой протоплазмой с очень мало заметной зернистостью и заметным, при ближайшем рассмотрении, блеском. Наконец, они начинают весьма усиленно почковаться. При таком омоложении жизнь снова может продолжаться без доступа воздуха, хотя с большим трудом. Брожение, таким образом, происходило бы всего интенсивнее, если бы утолщенные гифы с конидиями попеременно ставились то в аэробные, то в анаэробные условия.

Некоторые места рисунков показывают это омоложение старых клеток мукора.

На них не изображены состарившиеся клетки, зернистая протоплазма которых собрана в центре и отдалена от оболочек незаполненным пространством [82]. В таком состоянии клетки в большинстве слу-

---

[82] Прилагаемый здесь рисунок (рис. 93) заполняет этот пробел. Изолированные или связанные в цепочки *b, b, b*... клетки обнаруживают это состояние старости, о котором я говорю. Клетки *a, a, a*... менее стары и легче регенерируют. По размерам некоторых из них видно, насколько в некоторых случаях клетки мукора приближаются к клеткам пивных дрожжей. Тем не менее в состоянии содержимого и в наружных очертаниях всегда имеются до-

чаев бывают мертвыми, неспособными к какой-либо регенерации. Нельзя не удивляться необычайным аналогиям, существующим между всеми этими фактами и фактами, которые установлены в отношении клеток пивных дрожжей.

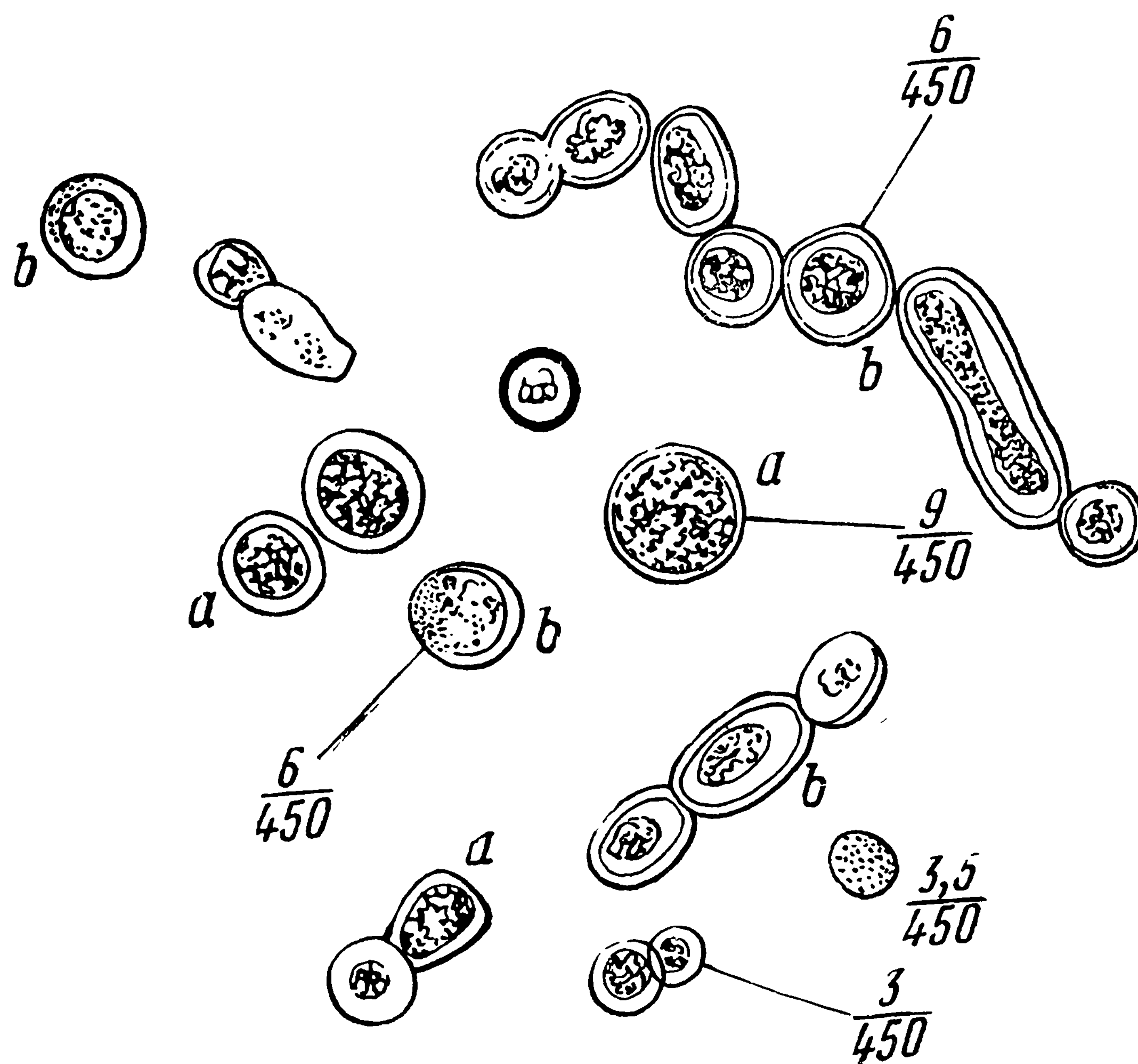


Рис. 93

Заканчивая исследования над развитием мукора-плесени и мукора-фермента, я снова подчеркиваю необычайное сходство между ним и культурами *penicillium, aspergillus* и *mycoderma vini*. Эти последние не давали спирта и углекислоты путем сбраживания сахара, пока они развивались при полном доступе воздуха. Но после погружения в раствор условия их жизни резко изменялись. В связи с этим у них

статочно заметные различия, которые не ускользают от опытного наблюдателя.

Дроби около этих клеток означают доли миллиметра.

возникала, с одной стороны, склонность к увеличению объема клеток и гиф мицелия, с другой — в гифах появлялись сближенные между собой перегородки, следовательно, обнаруживался переход их в состояние конидий. Наконец, с этим связано также почкование клеток, сопровождаемое образованием спирта и выделением углекислоты, т. е. обнаруживались все обычные признаки спиртового брожения.

Главное отличие этих плесеней от *mucor* состояло в том, что при недостаточной аэрации или при полном отсутствии воздуха последний развивался значительно сильнее и жил гораздо дольше.

Может, пожалуй, возникнуть предположение, что все разновидности *mucor* способны давать те образования, о которых идет речь. Однако дело обстоит совсем иначе. И в этом новое решительное доказательство глубоких физиологических различий, существующих между формами растений, настолько сходными между собою, что в ботанической классификации они стоят в непосредственной близости. Разительный пример такого факта представляют собою *mycoderma vini* и истинные спиртовые дрожжи, по форме и развитию столь сходные друг с другом, что их можно принять за одно и то же растение, по крайней мере при настоящем состоянии наших знаний. В то же время с физиологической точки зрения они сильно отличаются друг от друга.

17 ноября 1873 г. я нашел на груше, покрытой стеклянным колпаком, *mucor mucedo* замечательной красоты. Он представлял собою скопление совершенно прямых, простых, отдельных гиф, сравнительно очень утолщенных, каждая из которых заканчивалась спорангием, похожим на спорангий *mucor mucedo*, но гораздо больших размеров. Известно, что *mucor racemosus* отличается от *mucor mucedo* только тем, что на его спорангиеносцах наблюдаются боковые ответвления со спорангиями на концах.

Я засеял пивное сусло одним из таких крупных спорангиев. Скоро образовался обильный мицелий, но никаких признаков газообразования не наблюдалось. Много времени спустя я произвел исследование продуктов жизнедеятельности этой культуры, которая сохранила свою чистоту потому, что я культивировал ее на чистом пивном сусле в одном из моих баллонов с двумя горлами.

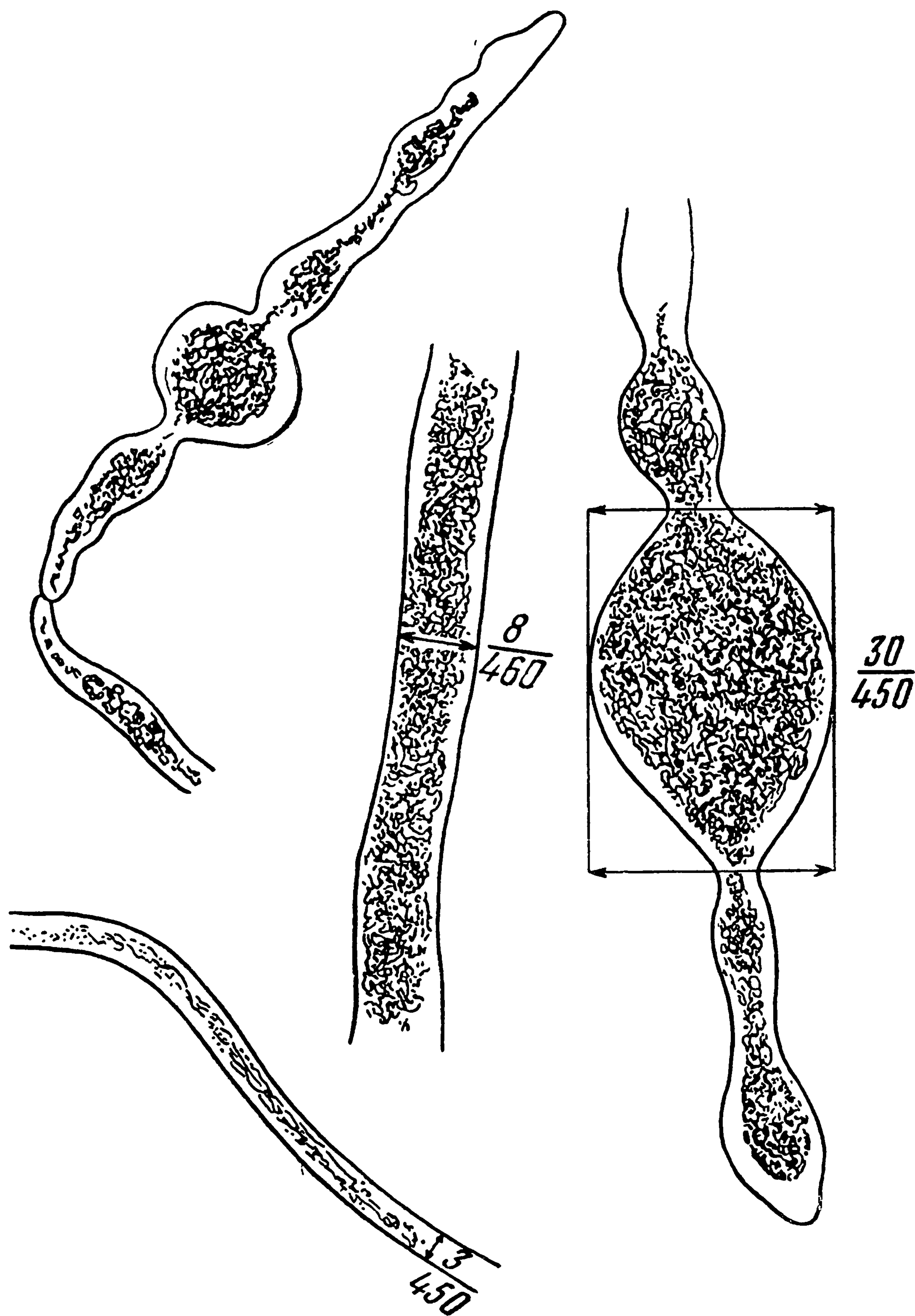


Рис. 94

Вся жидкость, объем которой равнялся 130 см^3, содержала 2,3 г спирта. Несмотря на такое довольно значительное содержание спирта — явный признак брожения,— растение совершенно не образовало конидий или шаровидных клеток. Некоторые гифы мицелия отличались от других только более крупными размерами, неправильными, иногда громадными вздутиями. В то время как нормальные гифы мицелия, выросшие при свободном доступе воздуха, имели в диаметре только $\frac{3}{450}$ мм, гифы, выросшие, по всей вероятности, при недостатке кислорода и действовавшие в качестве фермента, достигали $\frac{8}{450}$ мм в диаметре, а вздутия их — $\frac{36}{450}$ мм, как видно на рис. 94.

Заканчивая этот параграф, я должен указать на замечательную работу по вопросу об интересующем нас брожении д-ра Фитца, которая была сообщена в Берлинском химическом обществе в 1873 г. Автор истолковывает в ней свои наблюдения в полном соответствии с моими взглядами, как видно из следующих его слов:

«В присутствии кислорода мукоровые дрожжи развиваются, следовательно, в виде мицелия и сжигают сахар. Наоборот, в отсутствие кислорода споры развиваются в мукоровые дрожжи, которые почкуются и разлагают сахар на продукты брожения.

«Свойства *mucor mucedo* в способной к брожению жидкости, в присутствии и в отсутствие кислорода, прекрасно согласуются с теорией брожения, предложенной Пастером в 1861 г. (C. r. de l'Acad. sci., 52, 1861, p. 1260). Согласно этой теории, бродильный грибок для своего развития нуждается в кислороде. Если он находит кислород в свободном состоянии, он забирает его целиком, ассимилируя одну часть сахара и сжигая другую. Если свободного кислорода не имеется, гриб заимствует необходимый для него кислород из сахара» *.

ГЛАВА V

СПИРТОВЫЕ ДРОЖЖИ

§ 1. О происхождении дрожжей

Среди организмов, самопроизвольно появляющихся в органических жидкостях, открытых доступу воздуха или, лучше сказать, появляющихся без прямого засева, есть один, который представляет для нас особый интерес,— это дрожжи. Благодаря своей способности к энергичному разложению сахара, они привлекали к себе внимание с незапамятных времен и рассматривались всегда в качестве типичного фермента. Я хочу говорить о дрожжах вина, пива и вообще всех бродильных напитков.

Дрожжи — это вещество пластичное, которое оседает в чанах и бочках, в которых происходит брожение виноградного или пивного сусла. Само название «дрожжи» вызывает у нас представление о действительно необычном физическом явлении. Если взять щепотку их и внести в раствор сахара, в виноградный сок или в хлебное тесто, которое всегда содержит немного сахара, то через некоторое время, иногда уже через несколько минут, жидкость или тесто начинает подниматься *. Вследствие выделения углекислоты масса поднимается так сильно, что может перейти иногда через край сосуда, если, конечно, его объем не превосходит значительно объем бродящей массы. Не менее замечательно, что эти явления самопроизвольны, так как виноградный сок, пивное сусло или тесто могут подниматься и сами, без всякого прибавления посторонних веществ. Единственная разница заключается в том, что в последнем случае происходит некоторая задержка. Если в материал, содержащий сахар, не вводят дрожжей, то требуется определенный промежуток времени для развития

дрожжей, прежде чем их деятельность начнет проявляться. Для возникновения брожения необходимо присутствие сахара. Если из виноградного сусла или теста извлечь каким-нибудь образом сахар, не затрагивая других составных частей, то прибавление дрожжей не вызовет выделения газа. Все останется без изменения до тех пор, пока не начнется гниение. Дрожжи чрезвычайно легко загнивают. Следует отметить, что порча их также вызывается появлением одного или нескольких видов дрожжей, весьма, правда, отличных от тех, которые нас занимают *. Что касается природы дрожжей, то ее удалось установить при помощи микроскопа. Этот замечательный инструмент еще во время своего младенческого состояния позволил Левенгуку в конце XVII столетия определить, что дрожжи представляют собой скопление клеток. В 1835 г. Каньяр-де-Латур и Шванн повторили наблюдения Левенгука при помощи усовершенствованного микроскопа и установили, что эти клетки растут и размножаются путем почкования. С тех пор указанные выше физические и химические явления — поднятие массы, выделение углекислоты, образование спирта — стали рассматриваться как процессы, связанные, по всей вероятности, с жизнью одноклеточного растеньица. Позднейшие исследования подтвердили эту точку зрения.

Когда размешивают щепотку дрожжей в сахарном сусле, то следует себе представить, что засевают множество мелких клеток, которые могут расти с необычайной быстротой в среде, пригодной для их питания. Размножение дрожжей может происходить при любой температуре, между 0 и 55°, хотя наиболее подходящей является, в общем, температура от 15 до 30°.

Что касается быстроты почкования, то о ней даст точное представление приводимый ниже опыт с дрожжами виноградного сусла, проведенный при 12—13°.

«12 октября 1861 г. в 10 часов утра я раздавил ягоды винограда и вытекающий сок не фильтровал. Затем, время от времени, в течение дня я изучал этот сок под микроскопом, пока не обнаружил в нем пару клеток мелких дрожжей. Я нашел их лишь в 7 часов вечера и изобразил на рис. 95, *a*. Начиная с этого момента, я не терял этих склеенных клеток из поля зрения. В 7 ч. 10 м. я увидел, что они разошлись

и несколько удалились одна от другой (рис. 95, *в*). Между 7 ч. и 7ч. 30 м. я наблюдал как на каждой из этих клеток появилось по очень маленькой почке, которые постепенно увеличивались в размерах. Эти почки образовались приблизительно на месте бывшего слияния клеток. В 7 ч. 45 м. почки достигли значительных размеров (рис. 95, *c*). В 8 ч. размер их не отличался от размера материнских

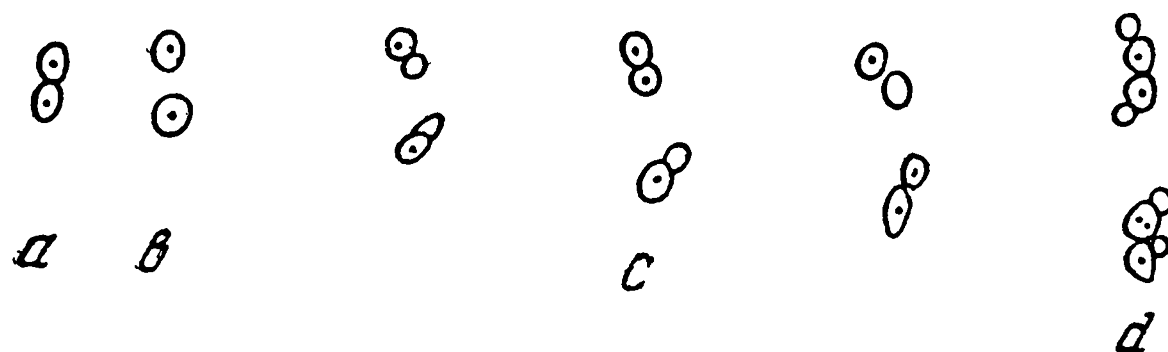


Рис. 95

клеток. В 9 ч. на всех клетках, как старых, так и вновь образовавшихся, появилось по новой почке (рис. 95, *d*). С этого момента я прекратил наблюдение за размножением клеток. Мы видим, что за 2 часа два шарика образовали восемь, включая сюда и два исходных материнских шарика» [83].

Столь быстрое размножение, которое при 15—25°, а особенно при 25—30°, еще усиливается, представляет собою удивительное явление. Но это еще не все. При тщательном выборе температуры и среды, с одной стороны, и состояния и характера дрожжей — с другой, мне приходилось наблюдать, что дно сосуда покрывалось белым осадком дрожжей уже через 5—6 часов после засева, при котором дрожжи вносились в таком незначительном количестве, что при взбалтывании жидкость совершенно не мутилась. Подобная быстрота роста напоминает экзотические растения, прирост которых достигает, как говорят, нескольких локтей в сутки.

Почкование начинается с появления простой выпуклости, своего рода маленького горбика (рис. 96, *1*). Выступ увеличивается, принимает округлую или овальную форму. Одновременно суживается место

[83] Выдержка из сообщения, сделанного мною в «Bulletin de la Société chimique de Paris», 1862 *.

соединения молодой клетки со старой, образуя нечто вроде перетяжки (рис. 96, *2*). Она появляется немного раньше или позже, в зависимости от вида дрожжей (рис. 96, *3*). Затем особи отделяются друг от друга (рис. 96, *4*). В некоторых случаях одна клетка дает несколько выростов и, следовательно, несколько дочерних клеток. Если образуется только один вырост или одна точка, то она появляется обыкновенно немного сбоку на широком конце клеток, большинству которых свойственна более или менее отчетливо выраженная яйцевидная форма.

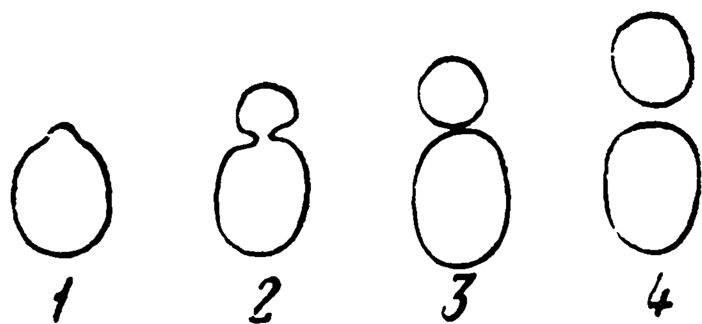


Рис. 96

Некоторые авторы утверждают, что описанный мною способ почкования, впервые установленный, кажется, Митчерлихом *, на самом деле не существует. Они считают, что клетки дрожжей разрываются, их зернистое содержимое вытекает, отдельные зародыши оседают на клетки, и, увеличиваясь здесь, они производят впечатление почек или дочерних клеток. Этот ошибочный взгляд только недавно был высказан снова [84]. Нет ничего менее приемлемого. Я могу пересчитать количество клеток, разрыв которых мне удалось видеть за 10 лет моих исследований, когда, можно сказать, тысячи клеток ежедневно проходили у меня перед глазами. Подобный разрыв клеток — факт чрезвычайно редкий, который вызывается исключительно какими-нибудь ненормальными условиями. Он представляет собою механическое, а не физиологическое явление. В этом легко убедиться, культивируя дрожжи в совершенно прозрачном сахаристом сусле, не содержащем аморфного осадка, который мог бы ввести наблюдателя в заблуждение. Клетки почкуются и размножаются без образования зерен и без малейших признаков разрыва; не приходится также наблюдать разнообразия в размерах клеток, начиная с тех, которые видимы простым глазом, и кончая самыми мелкими. Это может быть воспроизведено со всякими спиртовыми дрожжами, во всяких пригод-

---

[84] Schützenberger (P.). Les fermentations. Paris, 1875, in-8°, p. 278 (Sur les levûres alcooliques, d'aprés un récent travail du D-r de Vauréal).

ных для брожения жидкостях. Перед этим простым наблюдением не может устоять оспариваемая мною гипотеза.

Левая сторона рис. 97 изображает дрожжи, увеличенные в 600 раз. Это — скопление разъединенных клеток, какими они бывают по окончании брожения при недостатке питания. Одни из клеток имеют почти шаровидную форму, другие овальную или более или менее вытянутую, цилиндрическую. Перенесем такие дрожжи, в количестве не более булавочной головки, в пивное сусло, налитое в плоскодонную неглубокую чашку поверхностью в 1 кв. дм, и оставим их при комнатной температуре. На следующий день тонкий белый осадок покроет дно чашки. Зарисуем его. Мы увидим (правая половина рисунка) клетки, которые утратили свою зернистость, сделались прозрачнее и наполнились студенистой протоплазмой.

Главная разница между двумя половинками рисунка состоит в том, что одиночные зернистые клетки (левая сторона) сделались (правая сторона) более вздутыми и просвечивающими. Почки их по своим размерам колеблются от мельчайших до таких, которые равняются материнским клеткам. Они увеличиваются, отделяются и, в свою очередь, почкуются, так что на рисунке мы видим, по всей вероятности, клетки и почки первого, второго и третьего поколений... На правой половине в протоплазме клеток видны вакуоли, которые мы можем сделать, по желанию, светлее или темнее остальной части клеток, немного передвигая объектив микроскопа. Эти вакуоли образовались вследствие того, что протоплазма стянулась ближе к оболочке. Они часто появляются в клетках дрожжей, находящихся в состоянии покоя, при отсутствии питания, когда клетки стареют, так как им приходится существовать, если можно так выразиться, на свой собственный счет. Вакуоли быстро исчезают, когда дрожжи попадают в питательную, хорошо аэрированную среду.

В большинстве клеток производственных дрожжей с пивоваренных заводов наблюдаются одна или несколько вакуолей. Перенеся такие дрожжи в сусло, открытое доступу воздуха, мы увидим под микроскопом, часто уже через несколько минут, появление своего рода набухания, сильного натяжения стенок, как бы делающихся более тонкими, и полное исчезновение вакуолей. В студенистой

протоплазме появляются мелкие, едва видимые включения с блестящими центрами, а на поверхности начинают образовываться выпуклости. На другой день почкование идет уже весьма усиленно, и заново образованные клетки имеют столь нежные очертания, что их едва можно различить под микроскопом. Тогда-то и возникает наклонность к образованию в процессе почкования ветвистости с бо́льшим или меньшим количеством разветвлений, в зависимости от сорта спиртовых дрожжей. Ветвистость достигает максимума, если регенерации подвергаются клетки, истощенные покоем и отсутствием питания. В таком случае регенерация может затянуться. С производственными дрожжами этого не случается, так как их пускают быстро в оборот. Поэтому я имел право сказать, что их клетки часто уже через несколько минут проявляют первые признаки почкования.

В предшествующих строках я упоминал о том, что существуют разные сорта спиртовых дрожжей. Факт этот не подлежит сомнению. Я дал неоспоримые доказательства этому в «Bulletin de la Société chimique de Paris» в 1862 году, в собраниях о болезнях вина, напечатанных в «Comptes rendus» в 1864 и в 1866 гг., и в «Исследованиях о вине». Известно, что пивовары с давних пор различают два способа брожения, верхнее и нижнее, которым и соответствуют два вида дрожжей. Правда, прежде предполагали, что различие между этими брожениями зависит от разницы в условиях протекания процесса и что дрожжи верхнего брожения могут переходить в дрожжи нижнего брожения и обратно, если брожение первых будет происходить при низкой температуре, а вторых — при высокой. Моими наблюдениями 1862 г. я установил, что в виноградном соке появляется несколько сортов дрожжей; что дрожжи пива верхнего брожения не развиваются или развиваются с большим трудом в виноградном соке, тогда как один из видов дрожжей винограда растет в пивном сусле быстро и в изобилии; что самые мелкие из дрожжей винограда легко отделить от других, подвергнув брожению профильтрованное виноградное сусло; и, наконец, что при вторичном брожении сладких вин получают замечательные дрожжи, по виду сильно отличающиеся от пивных дрожжей.

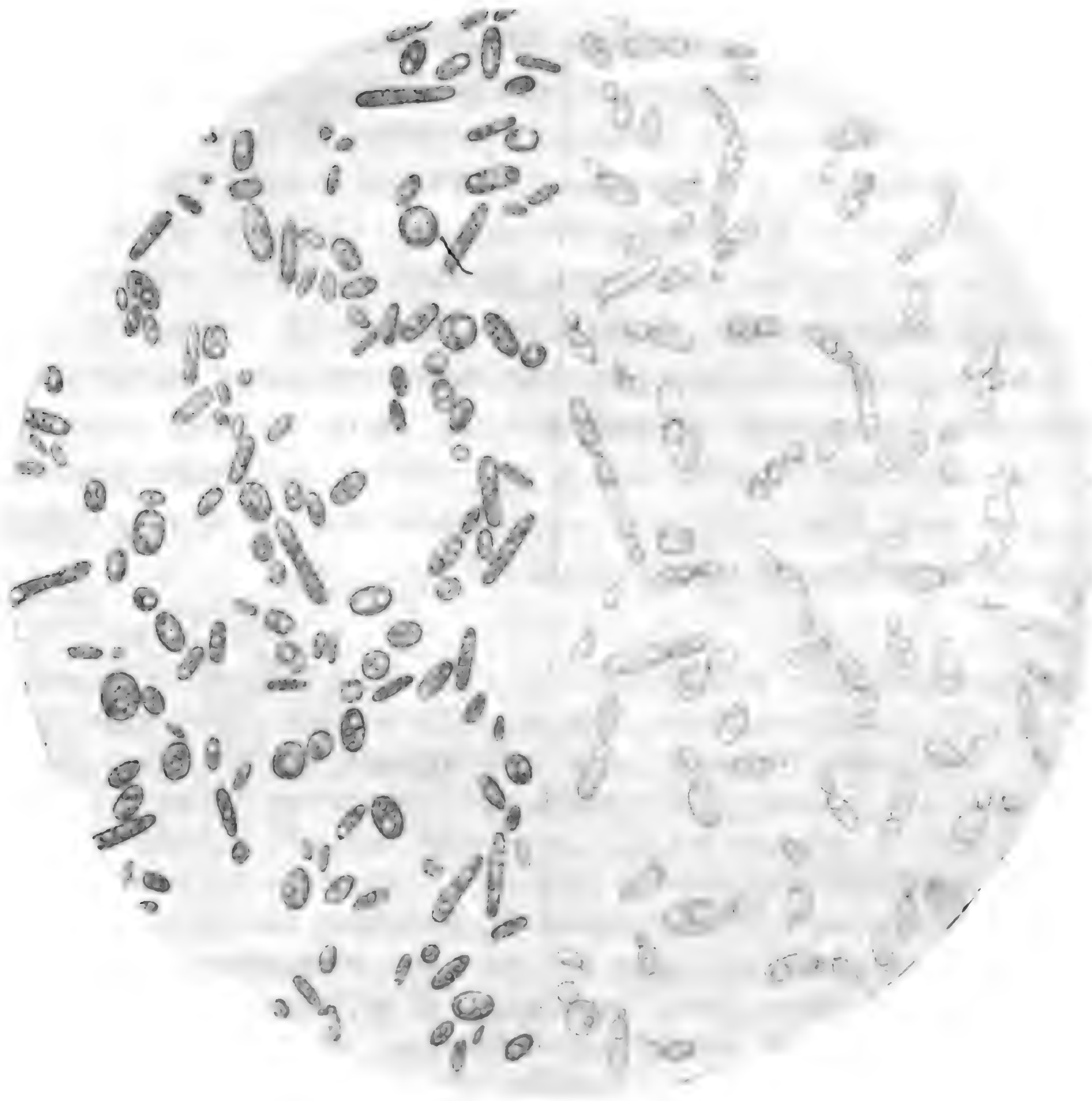


Рис. 97

Слева — старые разъединенные дрожжевые клетки; справа — они же, омоложенные в сахарном сусле. × 600

Я не давал различным дрожжам особых названий, как не давал я их и другим микроскопическим организмам, которые мне приходилось изучать. Это происходило не от равнодушия к номенклатуре. Помимо того, что меня занимала исключительно физиологическая деятельность микроорганизмов, я всегда боялся приписывать внешним особенностям слишком большое значение. Мне много раз приходилось устанавливать, что внешне различные формы часто принадлежат одному и тому же виду и что формы, сходные между собою, могут скрывать глубокие различия. Новые примеры таких фактов мы увидим и в настоящем параграфе. Немецкий натуралист Реес, который нашел новые доказательства существования различных видов спиртовых дрожжей, пренебрег — и, быть может, совершенно правильно — такими опасениями и дал особые названия различным сортам дрожжей. Мне придется часто пользоваться для сокращения названиями, предложенными Реесом [85].

---

[85] Основной результат работы д-ра Рееса (R e e s s. Botanische Untersuchungen über die Alkoholgährungspilze. Leipzig, 1870) состоит в открытии спорообразования у дрожжевых клеток, т. е. образования внутри последних, при некоторых особых условиях, например, при культивировании на вареных ломтиках картофеля, моркови и т. д., ...двух, трех, четырех и более мелких клеток, которые, когда их переносят в жидкости, способные к брожению, ведут себя, как прорастающие споры дрожжей. Материнская клетка может рассматриваться как **аск (сумка)**, дочерние клетки — как **аскоспоры.** Таким образом, род *saccharomyces* должен быть причислен к группе грибов, называемых *аскомицетами.* Эти факты были подтверждены многими наблюдателями, в частности д-ром Энгелем, профессором Медицинского факультета Нанси.

Еще до Рееса, де-Сейн (D e - S e y n e s. Sur le mycoderma vini. C. r. de l'Acad. sci., 67, 1868, p. 105—109) сообщил об образовании эндоспор у *mycoderma vini,* особенно в удлиненных клетках. При этом происходит разрыв материнских клеток и рассасывание их оболочек и содержимого после выхода эндоспор, которые мы будет называть *аскоспорами.*

Я сам еще раньше описывал преломляющие свет тельца, которые появлялись у вибрионов и должны были быть воспроизводящими тельцами, и я также видел рассасывание частей, окружающих эти тела. Таблица на странице 228 моих «Études sur la maladie des vers à soie» * показывает тельца и рассасывание, о котором я говорю.

В одном сообщении * «Bulletin de Société chimique de Paris» за 1862 г. я описал дрожжи очень малых размеров, самопроизвольно развивающиеся в фильтрованном и нефильтрованном виноградном соке и сильно отличающиеся от обыкновенных винных дрожжей. При брожении винограда они появляются первыми, а если виноградный

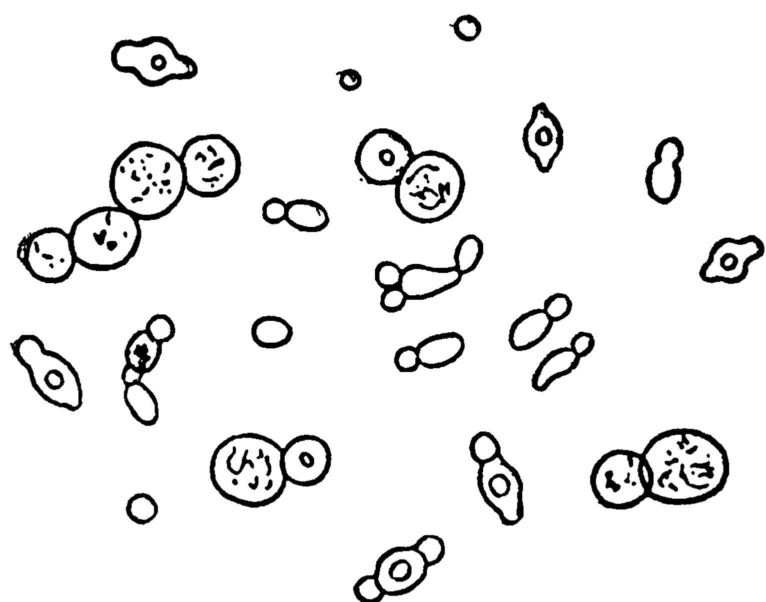


Рис. 98

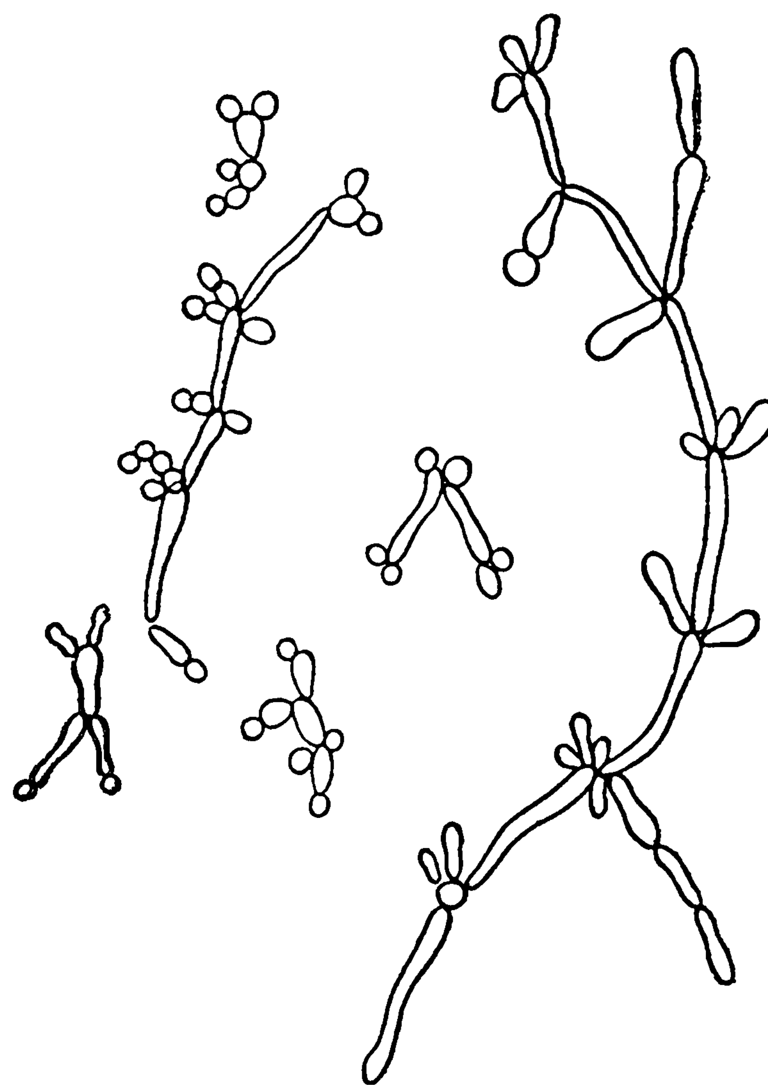


Рис. 99

сок был предварительно хорошо профильтрован, то другие дрожжи и совсем не развиваются. Вероятно, это объясняется тем, что их зародыши мельче зародышей других дрожжей и потому проходят в большем количестве через фильтр. Рисунок, взятый из моей статьи 1862 г. (рис. 98), где эти дрожжи изображены наряду с округлыми дрожжами верхнего брожения, даст более точное понятие об относительных размерах этих дрожжей и их особенностях. Реес назвал их *saccharomyces apiculatus*.

Тот же ученый дал название *saccharomyces pastorianus* дрожжам вторичного брожения сахаристых жидкостей и вина, оставшегося

сладким после главного брожения. Эти дрожжи были описаны мною в 1864 г.[86] следующим образом:

«Рис. 6 (здесь рис. 99) изображает очень интересную разновидность спиртовых дрожжей. Довольно часто случается, главным образом в департаменте Юра, где сбор винограда производится около 15 октября, т. е. в холодное и неблагоприятное для брожения время года, что вино сохраняет свою сладость в то время, когда его разливают по бочкам. Это бывает большей частью в удачные годы, когда сахара много и содержание спирта высоко, что препятствует окончательному завершению брожения, если оно происходит при низкой температуре. В бочках вино остается сладким иногда в течение несколько лет, причем в нем происходит незаметное спиртовое брожение. В таких винах я всегда находил фермент (см. рис. 99). Он имеет вид стебелька с расположенными на определенных расстояниях друг от друга членистыми разветвлениями, на концах которых находятся округлые или яйцевидные клетки, очень легко отделяющиеся и образущие как бы споры растения. Как это показано на левой стороне рисунка, различные части растения отделяются друг от друга, поэтому его редко можно наблюдать в целом виде».

Откуда же происходят эти замечательные клеточные растения? Где и как образуются, например, виноградные дрожжи?

В § 3 главы III мы наметили одно из возможных решений этого вопроса. Мы установили, что брожение виноградного сока не возникает, если он огражден от соприкосновения с пылью, находящейся на поверхности ягод или веток винограда. Достаточно, чтобы в чан любой вместимости попала пыль только с одной грозди, иногда с одной только ягоды, для того чтобы брожение началось.

Какова же природа этой пыли? 27 сентября 1872 г. в винограднике, в окрестностях Арбуа, я сорвал с растения сорта, называемого *Нуарэн,* кисть винограда. Кисть я выбрал так, чтобы на ней не было ни одной испорченной ягоды, и принес в лабораторию в листе бумаги,

[86] C. r. de l'Acad. sci., 58, 1864, p. 144.

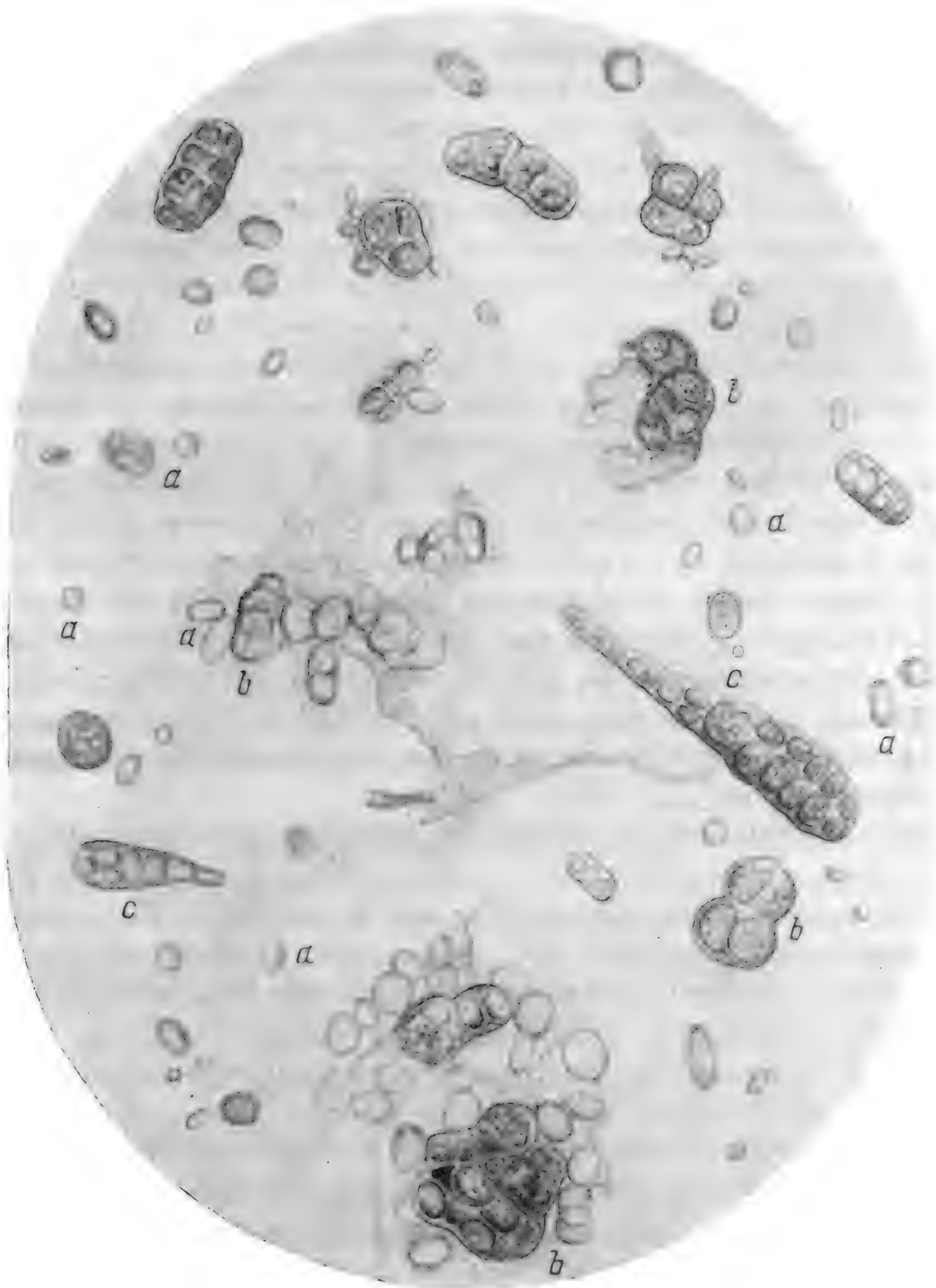


Рис. 100. Клетки зародышей из пыли с поверхности ягод винограда. × 500

обожженном в пламени спиртовой горелки. Ягоды я отделял тонкими ножницами, также проведенными через пламя. С помощью совершенно чистой кисточки для бритья (ничего не отдающей при взбалтывании с водой) каждая ягода, несущая еще часть своей плодоножки, промывается в небольшом количестве чистой воды. Последовательного обмывания двенадцати ягод в 3 см^3 воды достаточно, чтобы довольно сильно замутить эту воду, которая затем изучается под микроскопом. В каждом поле зрения обнаруживается несколько маленьких организованных телец, случайно соединенных с несколькими редкими кристаллическими иголочками. Обычно это простые клетки, полупрозрачные и бесцветные; другие — более крупные, окрашенные в желто-коричневый цвет, свободные или собранные в бесформенные скопления; наконец, имеются сумочки, наполненные готовыми к прорастанию спорами; некоторые имеют форму бутылочной тыквы. Я повторял то же наблюдение с кистями растений других сортов, а также с водою от обмывания наружной поверхности смородины, слив и груш... Результат был тот же, т. е. я снова увидел очень большое количество тех же клеток, те же неправильные скопления коричневых клеток, которые ни в коем случае не следует смешивать со скоплениями мертвых клеток, местами покрывающими эпидермис некоторых плодов.

Так как я умышленно оставлял каждую виноградину с частью ее плодоножки, я хотел знать, происходят ли мельчайшие частицы, о которых я говорю, с поверхности ягод или с древесины плодоножки. Для этого я промывал отдельно поверхность ягоды и поверхность плодоножек. Вода от промывания этих последних была заметно более наполнена маленькими организованными телами. В то же время и вода от промывания поверхности винограда не была свободна от них.

Рис. 100 представляет увеличенными в 500 раз тельца с поверхности плодов. Группы *b, b... c, c...* более или менее темно-коричневого или красновато-желтого цвета, клетки *a, a...* просвечивающие. Среди последних встречаются споры обыкновенных плесеней и много клеток, происшедших, по-видимому, благодаря начавшемуся в момент наблюдения — под влиянием влажности древесины кисти или



Рис. 101. Примеры прорастания клеток из пыли с поверхности ягод винограда. $\times$ 500

недавних дождей — прорастанию, от твердых на вид желтоватых с двойной заметной оболочкой групп *b, b...c, c...*

Легко проследить под микроскопом прорастание этих различных видов клеток. Каплю воды от промывания лишенной ягод виноградной кисти помещают в небольшой объем профильтрованного до полной прозрачности виноградного сусла, которое было предварительно прокипячено. Рис. 101 представляет стадии развития, наблюдавшиеся на одиночных или сгруппированных клетках *A, D, G* и *I*. Вот как это происходит. Желто-коричневые клетки в питательной среде размягчаются, растягиваются и постепенно становятся почти просвечивающими и бесцветными. Одновременно на их окружности появляются очень молодые почки, которые быстро увеличиваются и отделяются в виде молодых клеток, давая место новым, в то время как первые в свою очередь почкуются. Быстрота почкования и размножения этих клеток часто исключительна. Группа *A* и клетка *D* дали в течение 24 час. групы *C* и *F*, пройдя промежуточные стадии *B* и *E*. Эти клетки *A* и *D* не дали удлиненных трубок, по крайней мере во время наблюдения, но есть другие группы клеток, которые сразу же дают начало длинным трубкам с перегородками типа мицелиальных трубок обыкновенных плесеней. Одновременно одинаково по всей длине трубок (гиф), часто в виде букетов, появляются в изобилии клетки, изображенные на рис. *G*; все развитие такого образования продолжалось менее двадцати четырех часов [87]. Без доступа воздуха всякая жизнь отсутствует.

Рисунки *H, I, J, K* показывают, еще и другие виды размножения трубок и клеток. *H* представляет сферическую форму; у *I* так же, как и у *K*, имеются многочисленные почки. Все эти различные формы образовались в течение двадцати четырех часов из клетки, изображенной в центре группы *J*. По поводу этого рис. *J* я замечу, что после того, как я присутствовал de-visu 30 сентября 1872 г. в 10 час. утра при отпадении трех овальных клеток в точках *a, b, c,* в 10 ч. 45 м. вновь образовались почки указанной на рисунке величины на тех же

[87] Приведенные здесь таблицы были представлены Бюро Академии наук на заседании 18 ноября 1872 г. и помечены этим числом непременным секретарем Дюма.

местах, а вечером, около 5 час., эти почки *a, b, c,* превратившись в клетки, отделились в свою очередь [88].

Но в чем доказательство того, что среди образований, происходящих из клеток и трубок, которые выходят из маленьких коричневых

---

[88] Для этих наблюдений я пользовался маленькими стеклянными кюветами, сделанными из одного куска сен-гобенского стекла, которое выдалбливалось насквозь (рис. 102). На один из краев этого кольца я приклеивал покров-

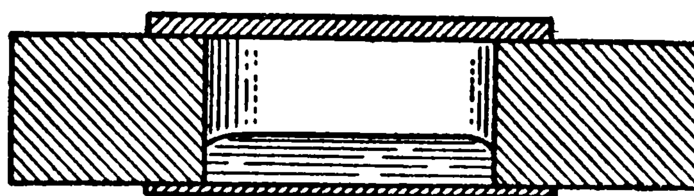


Рис. 102

ное стеклышко, служащее для закрывания объекта при микроскопических наблюдениях. Таким образом я получал маленькую кювету, на дно которой я помещал прокипяченное виноградное сусло и каплю промывной воды от ягод винограда. Чтобы помешать испарению, на эту кювету помещалась стеклянная пластинка. Наконец, наблюдение производилось снизу, с помощью наклоненного микроскопа с полным отражением *.

Я пользовался также маленькими кюветами, употреблявшимися Ван-Тигемом и Лемонье ** в их работе с плесневыми грибами (рис. 103).

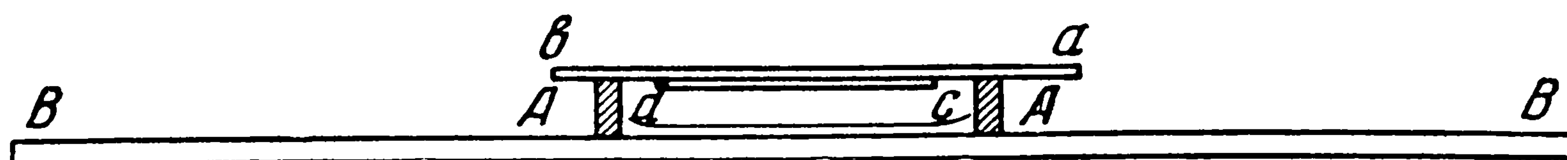


Рис. 103

Установка, принятая в 1863 г. Дюкло ***, также подошла бы. Было бы еще проще пользоваться чечевицами, которые я лет десять назад заказывал в Германии известному стеклодуву Гейслеру. Мне говорили, что пущенные им в продажу чечевицы получили среди микрографов в Германии большое распространение. Они состоят из трубки, раздутой по своей длине в плоскую чечевицу, поверхности которой в центральной части достаточно сближены, чтобы заключать тонкий слой жидкости и делать возможным микроскопическое наблюдение. Можно наполнять трубку-чечевицу целиком жидкостью, не оставляя в ней воздуха, или окружать воздухом центральную каплю (рис. 104).

* В моем «Mémoire sur la fermentation acétique», опубликованном в 1864 г., я уже пользовался этим способом для изучения размножения члеников *mycoderma aceti.*

телец, находящихся на поверхности плодов,— телец, которые, как мы видим, почкуются и размножаются с такой большой скоростью,— действительно находятся дрожжи или винные дрожжи? Очень простой опыт докажет нам это. Если после того, как регенерация и развитие клеток проходили в течение 24 или 48 часов в сахаристом сусле в присутствии большого количества воздуха на дне одного из маленьких сосудов, служащих для наблюдений, наполнить этот сосуд целиком тем же самым суслом так, чтобы под покрывающей его пластинкой не оставалось больше свободного воздуха, то вскоре, через полчаса, максимум через час, часто даже через меньший промежуток времени, можно заметить, как со дна маленького сосуда подымаются пузырки газа и осадок клеток увеличивается. Это — сусло, которое бродит после погружения одноклеточных растений. Следовательно, клетки или группы коричневых клеток, покрывающие плоды и ветки виноградных кистей, являются настоящими зародышами дрожжевых клеток. Точнее, именно среди этих групп существуют зародыши дрожжевых клеток, потому что было бы противно истине говорить, что различные формы прорастания пыли, покрывающей поверхность ягод винограда, все соответствуют формам развития истинных дрожжей. Так, мешкообразные споры *c, c*... на рис. 100 являются органами воспроизведения *alternaria tenuis*, которые, вероятно, имеют лишь внешнее

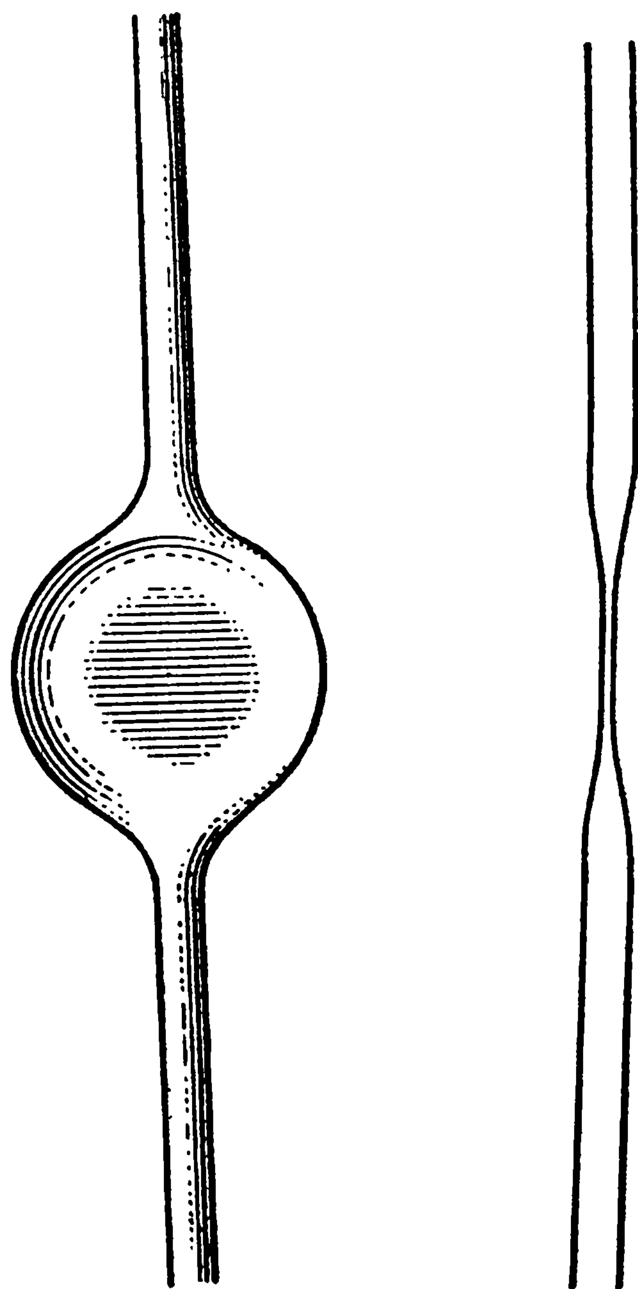


Рис. 104

** Van-Tieghem et Le Monnier. Recherches sur les mucorinées. Annales des sciences naturelles (Botanique), 5 sér., 17, 1873, p. 261—399.

*** Duclaux. Sur la germination des corps organisés qui existent en suspension dans l'atmosphère. C. r. de l'Acad. sci., 56, 1863, p. 1225—1227.

сходство с дрожжами, точнее говоря, со спиртовыми дрожжами в собственном смысле этого слова. Но, я повторяю, и в настоящее время это важно отметить, клетки дрожжей происходят из тех или других маленьких коричневых телец, которые микроскоп открывает в таком изобилии среди пыли поверхности плодов.

Невозможность, с которой мы столкнулись в главе III (§ 3), заставить виноградный сок бродить иначе, как под влиянием внешней пыли, и установленный нами факт, что пыль с поверхности ягод винограда и с веток его кистей в момент созревания винограда содержит способные к прорастанию клетки, дающие дрожжи, естественно, побуждают нас к новому исследованию, к изучению времени появления этих зародышей на различных частях виноградной лозы. Два следующих наблюдения доказывают, что дрожжи могут появляться лишь ко времени созревания винограда и что они исчезают зимой, чтобы вновь появиться лишь к концу лета.

I. В октябре 1873 г. я собрал на одном из виноградников кантона Арбуа ветки кистей вполне созревшего винограда и тут же на винограднике тщательно отделил ягоды одну за другой очень чистыми ножницами. Потом я завернул ветки, лишенные таким образом ягод, в шелковую бумагу, чтобы доставить их в Париж. Я не имел тогда другого намерения, нежели достать для моих последующих исследований богатую дрожжами пыль, которую находят в октябре на древесине виноградной лозы и особенно, как я уже говорил, на самых кистях винограда. Действительно, куски таких кистей, обмытые в небольшом количестве чистой воды, по возвращении моем в Париж при опытах в октябре и ноябре дали мне очень легко виноградные дрожжи. Но повторяя эти опыты в течение зимы, я был поражен, получая из этих кистей лишь плесени. Эти кисти, которые в октябре в профильтрованном и прокипяченном виноградном сусле давали очень легко брожение, совершенно не могли его вызвать в конце зимы, как ни благоприятна была температура этого сусла. Пыль кистей, как источник спиртовых дрожжей, стала, таким образом, бесплодной.

II. 17 февраля 1875 г. я купил у торговца съестными припасами Шеве две прекрасно сохранившиеся кисти белого винограда, не имевшие никаких повреждений, ни одной испорченной ягоды. Железный

котелок наполняют ртутью, предварительно нагретой до 200°, а затем покрытой листком обожженной бумаги. После охлаждения на поверхность ртути помещают несколько ягод и кисточек винограда Шеве и, закрыв их предварительно нагретой со ртутью и в ртути пробиркой, раздавливают их в этой пробирке при доступе воздуха с помощью толстого изогнутого железного прутика, который предварительно был проведен через пламя спиртовой горелки. Все эти предосторожности имели целью удалить причину ошибок, которые могла внести пыль, примешавшаяся к ртути или посящаяся в лаборатории.

Пробирка была затем помещена в термостат при температуре в 25°. В следующие дни не обнаружилось никакого брожения. Тогда, чтобы убедиться, что мякоть и жидкость были все же вполне пригодны для брожения, я внес под пробирку незаметные следы дрожжей. Эти последние легко развились и быстро вызвали брожение [89].

Возможно, что зимой на хранящихся виноградных кистях уже больше нет дрожей и что известный опыт Гей-Люссака *, доказывающий влияние воздуха на дрожжи виноградного сока, может быть воспроизведен не во всякое время года.

Последующие наблюдения более чем достаточно доказывают это, потому что они являются, в общем, лишь легким методом постановки опыта Гей-Люссака, без необходимости применения ртути.

---

[89] В такого рода опытах объем воздуха в пробирке всегда несколько увеличивается. Он мог бы заметно увеличиться даже в том случае, если бы опыт, проведенный, например, в августе со свежим виноградом, не дал бы никакого брожения, вызванного образованием дрожжей. После того как кислород воздуха был поглощен и замещен углекислым газом либо в результате прямого окисления, либо под действием плесеней, ягоды, хотя и раздавленные, вели бы себя, как плоды, погруженные в углекислоту (см. в главе VI, § 2, «Брожение сладких плодов, погруженных в углекислый газ»). Эффект тем более заметен, чем меньше раздавлены ягоды. Следует указать, что нельзя раздавить ягоды настолько полно, чтобы все клетки паренхимы были разорваны. Итак, легко убедиться, что опыт с выделением углекислого газа и образованием спирта ягодами винограда и вообще плодами, погруженными в углекислый газ, хорошо получается с кусочками фруктов или ягод винограда. Это удается тем лучше, чем меньше имеется раздавленных частей.

Из сказанного уже следует, что развитие дрожжей возобновляется в какие-то сроки между концом зимы и началом осени. Когда же это происходит? Иными словами, до какого времени сохраняется стерильность растения как объекта, способного дать дрожжи? Для выяснения этого я провел многочисленные опыты летом и осенью 1875 г. и зимой 1876 г. Ввиду того, что их пришлось проводить вблизи виноградников (Арбуа, во Франш-Конте), вдали от лаборатории, я применил особый способ, который легко осуществим на практике и в то же время дает достаточно точные результаты.

Налитый в пробирки консервированный виноградный сок я довожу до кипения в целях уничтожения в нем всех зародышей. Открытый конец пробирки после проведения через пламя я закрываю ватной пробкой, обожженной до первых признаков обугливания (рис. 105).

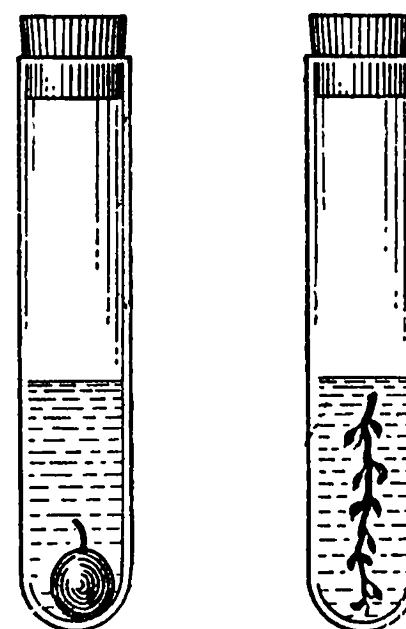


Рис. 105

Ряд заготовленных таким образом пробирок я переношу в виноградник и там опускаю в них или ягоды, или лишенные ягод кисти винограда, или обрывки листьев, или части веток. После этого снова закрываю пробирки обожженными пробками. Иногда я опускал цельные ягоды, иногда я их раздавливал железным стержнем или, наконец, держа виноградину над пробиркой, я разрезал ее проведенными над пламенем ножницами так, чтобы сок ее попадал в сусло.

Эти опыты дали следующие результаты.

Пока виноград еще не созрел, в конце июля и первой половине августа, брожения виноградного сока в пробирках не получалось. Между 20 и 25 августа в отдельных пробирках изредка возникало брожение, вызванное мелкими дрожжами *apiculatus*. В течение сентября число пробирок, в которых появлялось брожение, постепенно увеличивалось. Однако в каждой серии было несколько пробирок, в которых брожения не обнаруживалось.

Я приведу несколько примеров. В начале сентября я поместил в тринадцать пробирок виноградные ягоды, сорванные с кистей растения сорта *Плуссар,* уже достаточно спелых, чтобы давать приятные

на вкус ягоды. Одни из этих ягод были целые, другие раздавленные. Так как ни одна из пробирок не дала мне никаких следов брожения, а лишь плесени (в плесенях нет никогда недостатка, есть ли брожение или нет), то я поставил 28 сентября с тем же растением новую такую же серию опытов.

№ 1 — Пробирка с одной нераздавленной ягодой
№ 2 — То же
№ 3 — » »
№ 4 — » »
№ 5 — Пробирка с двумя нераздавленными ягодами
№ 6 — Пробирка с двумя раздавленными ягодами
№ 7 — Пробирка с двумя ягодами, раздавленными в 2 $см^3$ предварительно прокипяченной воды
№ 8 — Пробирка с частью кисти, ягоды которой отделены и которая занимает всю высоту жидкости
№ 9 — Пробирка с куском дерева ветки
№ 10 — Пробирка с куском листа
№ 11 — То же
№ 12 — » »

29-го и 30-го ни в одной пробирке нет признаков брожения. Во всех — хлопья мицелия плесеней. 1 октября — более или менее ясно заметное и активное брожение с помутнением всей жидкости и взвесью развивающихся плесеней в № 2, 3, 4 и 5, с нераздавленными ягодами. Оно отсутствует в № 1, 6 и 7, с раздавленными и нераздавленными ягодами. В № 8, с частью кисти,— активное брожение. № 9, 10, 11 и 12, с кусками дерева веток или листьев, не обнаруживают никакого брожения. В следующие дни началось брожение в № 1. Начиная с 5 октября число бродящих пробирок не изменялось.

В этой серии я констатировал в бродящих пробирках присутствие мелких дрожжей *apiculatus* и лишь один раз смесь этих дрожжей с *saccharomyces pastorianus.*

Бесполезно говорить, что употребляемые ягоды были совершенно спелы. Сбор винограда в некоторых округах Юры уже начался.

Из этого опыта видно, что даже во время полной зрелости винограда далеко не каждая отдельная ягода несет зародыши дрожжей

и что можно раздавить иногда даже несколько ягод, не получая при этом брожения. Перед лицом этих новых фактов приверженцы гипотезы превращения белкового вещества виноградного сока в дрожжи поймут всю тщету своих воззрений, потому что их гипотеза требует, чтобы каждая раздавленная ягода или несколько ягод, раздавленных вместе, начинали бродить при доступе воздуха.

В тот же день была приготовлена другая серия пробирок с сортом, называемым *Труссо*.

№ 1 — Пробирка с одной целой ягодой
№ 2 — То же
№ 3 — » »
№ 4 — » »
№ 5 — Пробирка с деревом ветки
№ 6 — То же
№ 7 — Пробирка с деревом кисти, ягоды отделены.

В последующие дни брожение происходило в № 4 и 5 и 7.

Итак, здесь в трех случаях из четырех целые ягоды не вызвали брожения сусла, в которое они были погружены. Одна из двух пробирок с деревом ветки вызвала брожение этого самого сусла, а в другой оно осталось нетронутым. Пробирка с веткой кисти забродила.

Я уже отмечал, что именно ветки кисти особенно обильно покрыты зародышами дрожжей. Вот серия опытов, подтверждающих это утверждение.

2 октября 1875 г. я приготовил на винограднике двадцать четыре пробирки, наполненные, примерно, до одной трети своего объема виноградным, предварительно прокипяченным суслом.

№ 1 — Пробирка с одной нераздавленной ягодой
№ 2 — То же
№ 3 — » »
№ 4 — » »
№ 5 — » »
№ 6 — » »
№ 7 — Пробирка с двумя раздавленными ягодами
№ 8 — Пробирка с одной раздавленной ягодой

№ 9 — Пробирка с деревом виноградной ветки
№ 10 — То же
№ 11 — » »
№ 12 — » »
№ 13 — Пробирка с обломком ветки кисти, все ягоды отделены и сняты.
№ 14 — То же
№ 15 — » »
№ 16 — » »
№ 17 — » »
№ 18 — » »
№ 19 — » »
№ 20 — » »
№ 21 — » »
№ 22 — » »
№ 23 — » »
№ 24 — » »

В следующие дни некоторые из этих пробирок начинают бродить, другие дают лишь мицелий плесеней.

7 октября бродили: № 2 из восьми пробирок с раздавленными и нераздавленными ягодами, ни одна из четырех с деревом веток; в № 15, 17, 20, 21, 22, 23, 24 — из пробирок с ветками кистей — наступило бурное брожение. В итоге начали бродить, т. е. содержали дрожжевые зародыши:

Одна пробирка с ягодой, из восьми.

Ни одна из четырех пробирок с деревом веток винограда.

Семь из двенадцати пробирок с ветками кистей винограда.

Позднее количество забродивших пробирок не изменилось.

В тот же день, когда я поставил серию пробирок, я приготовил такие же 24 пробирки, но с ветками кистей винограда, *сохранившимися с урожая предыдущего года*. Ни в одной из двадцати четырех пробирок не обнаружилось брожения виноградного сока, окружавшего кисти. Новое доказательство бесплодия дрожжевых зародышей, когда виноградные кисти сохранялись в течение достаточного промежутка времени.

Сколько же времени после сбора винограда зародыши дрожжей, находящиеся на виноградных кистях, сохраняют способность к развитию? Чтобы получить ответ на этот вопрос, были проведены описываемые ниже опыты.

Отрезки веточек виноградных кистей, внесенные 2 октября в виноградный сок в самом винограднике, вызвали брожение в 7 из 12 пробирок. Чтобы иметь возможность производить опыты зимою, мы завернули отрезки тех же веточек в предварительно проведенную над огнем бумагу и испытывали их в следующие сроки.

21 декабря 1875 года мы поставили опыт с двенадцатью пробирками. Во всех них в ближайшие дни обнаруживаются хлопья мицелия или быстро размножающиеся клетки микодермы, *torula* и *dematium*. Только в четырех позднее появляются дрожжи и спиртовое брожение. Это уже дает указание на то, что приблизительно через 3 месяца после сбора винограда значительное количество дрожжей на веточках, высыхая, утрачивает свою жизнеспособность, так как две трети этих веток не вызывают развития дрожжей.

21 января при 20—25° поставлен новый опыт с двенадцатью пробирками. Брожение началось только в двух из них.

2 марта поставили еще опыт, также с двенадцатью пробирками. Брожение обнаружилось опять-таки в двух из них.

В начале апреля наблюдалась полная стерильность. В это время года (апрель и май) те же опыты многократно повторялись с веточками кистей нового винограда и с сохранившимися от последнего сбора еще совершенно свежими ягодами белого винограда, которые можно было найти в магазинах. Проведены были также опыты над лозой, взятой из виноградника в Медоне. В громадном большинстве опытов брожение не появлялось. Был даже случай, когда купленная у Шеве 16 апреля кисть нового очень спелого черного винограда, выращенного в оранжерее, не обнаружила после раздавливания никакого брожения.

Ни в одной из пробирок, в которых до марта обнаруживалось брожение при внесении сухих веточек винограда, привезенных из департамента Юры, не было дрожжей *saccharomyces apiculatus* и *saccharomyces pastorianus*. В них наблюдались только обыкновенные низовые

винные дрожжи *saccharomyces ellipsoideus*[90]. Интересно было бы исследовать, встречаются ли дрожжи также и на других кустарниках, кроме винограда. Зимою я их там обычно не находил. Однажды, впрочем, я вызвал зимою брожение виноградного сока самшитом. Во множестве других опытов появлялись только плесени и развивались *dematium, alternaria,* и различные *torula.*

Из сопоставления изложенных опытов с наблюдениями § 4 главы III видно, что дрожжи, полученные после брожения, сохраняются при высушивании дольше, чем дрожжи, находящиеся на мертвой древесине виноградной лозы.

Микроскопическое исследование пыли с ягод и веток виноградной кисти обнаруживает, как и следовало ожидать, что характер ее в различные вегетационные периоды различен. Пока виноград еще зелен и продолжает развиваться, попадаются, да и то в небольшом количестве, только споры, принадлежащие, по-видимому, обыкновенным плесеням. Но ближе к осени, к концу созревания винограда, в период пожелтения листьев, на лозах, листьях, ветках и кистях скапливаются многочисленные легко размножающиеся плесени и другие микроскопические организмы. Если кисти винограда обмыть в это время водой, то в воду попадет масса разнообразных организованных телец. В это время плесени, дающие дрожжи, также достигают той стадии развития, при которой, будучи примешаны к виноградному соку, вызывают в нем брожение.

Производство одного из вин в Юре, *соломенного вина,* как бы противоречит моим указаниям на то, что дрожжи на кистях винограда к концу зимы теряют свою способность к размножению. Соломенное вино делается как раз из винограда, долгое время после сбора хранившегося на соломе. Казалось бы, что брожения при этом не должно произойти. Я не сомневаюсь, действительно, что оно вызывается часто не теми дрожжами, которые производят брожение винограда,

---

[90] Доктор Реес (Botanische Untersuchungen über die Alkoholgährungspilze. Leipzig, 1870) назвал *saccharomyces ellipsoideus* винные дрожжи, представленные на таблицах VIII—XI моих «Исследований о вине» * и названные мною обыкновенными винными дрожжами, потому что среди дрожжей, которые находят в конце брожения, дающего вино, они встречаются в наибольших количествах.

собранного осенью. Виноград, из которого приготовляют соломенное вино, сбраживается, вероятно, дрожжевой пылью, оставшейся от последнего сбора на различных предметах, применяемых в производстве. В § 4 главы III мы видели, что дрожжи могут высыхать и превращаться в пыль, сохраняя в течение многих месяцев способность к прорастанию. Было бы полезно подвергнуть мою идею экспериментальной проверке. Это было бы легко осуществить, производя раздавливание сохранившегося винограда в очень чистых сосудах, предварительно прогретых при температуре в 100°, и отбрасывая все гроздья с испорченными ягодами, которые могли бы бродить или порождать дрожжи. Брожение не имело бы места.

Из всех приведенных мною данных, касающихся происхождения винных дрожжей, следует: было бы не трудно культивировать один или несколько кустов винограда таким образом, чтобы *виноград*, выросший на этих кустах и *собранный даже осенью,* не мог спонтанно бродить после того, как он был раздавлен для получения из него сока. Для этого было бы достаточно предохранить кисти от пыли, содержащейся во внешней среде, в течение периода развития и созревания ягод и раздавить их в сосудах, хорошо очищенных от зародышей дрожжей спиртового брожения. Любые фрукты, любые растения могут быть использованы для этих, имеющих весьма важное значение, исследований, результаты которых, по-моему мнению, не вызывают сомнений *.

Приводимые ниже наблюдения, касающиеся полиморфизма *saccharomyces pastorianus,* представляют, мне кажется, большой интерес для истории спиртовых дрожжей. Они указывают на тесное сродство дрожжей с плесенями высшего порядка, а именно с *dematium,* живущими обычно на отмершем дереве. Таким образом, разница между виноградной лозой и другими кустарниками заключается только в том, что один или некоторые *dematium* виноградной лозы в известный период года дают анаэробные клетки, тогда как, наоборот, *dematium, alternaria* других кустарников принадлежат обыкновенно к аэробам. Это не покажется удивительным, если мы вспомним, что, например, у мукоров также встречаются аэробные и анаэробные клетки и что *torula* могут быть анаэробами или аэробами.

Когда *saccharomyces pastorianus* развивается из зародышей, которые в естественных условиях находились на кислых плодах, получают вытянутые, ветвистые, часто грушевидной формы, членики, большего или меньшего размера. Но по мере того как кислород из жидкости исчезает и почкование повторяется, длина и ширина клеток уменьшается настолько, что в конце концов их можно принять за какие-нибудь другие дрожжи меньшего размера.

На рис. 106 изображены подобные дрожжи, взятые из вишневого сока в начале брожения. Вскоре все клетки становятся мелкими, разобщенными, круглыми или овальными, а членики — относительно короткими и тонкими. Эти клетки обозначены буквой *a*. Так как эти последние очень быстро размножаются, то с трудом можно найти в немногих полях зрения микроскопа первоначальные крупные формы. Вместо форм рис. 106 остаются только формы рис. 107. Другими словами, внешний вид дрожжей меняется изо дня в день, начиная с самого возникновения брожения. Можно сказать, что по мере развития последнего дрожжи мельчают, их длина и поперечник уменьшаются, и из крупных, вытянутых и разветвленных клеток они превращаются в мелкие и короткие. Такая разница зависит, главным образом, от присутствия или отсутствия воздуха, быстро изменяющего характер почкования и самую жизнедеятельность дрожжей, а не от того, что перед нами смесь двух видов дрожжей. По крайней мере, меня так заставляют думать все мои наблюдения. Как только весь кислород поглощается, вновь образовавшиеся клетки принимают овальную или шаровидную форму, членики становятся более короткими и менее объемистыми.

Но это не единственная причина указанной перемены в форме и внешнем виде дрожжей. Присутствие воздуха оказывает, несомненно, значительное влияние на первоначальное развитие дрожжей, но кроме того, приходится считаться еще с одним обстоятельством, которое трудно поддается определению, но которое может быть замечено под микроскопом и зависит от самого состояния клеток-зародышей. Почкование происходит, по крайней мере в большинстве случаев, неодинаково у молодой клетки и у клетки состарившейся вне питательной среды. Различие между этими двумя состояниями клеток можно

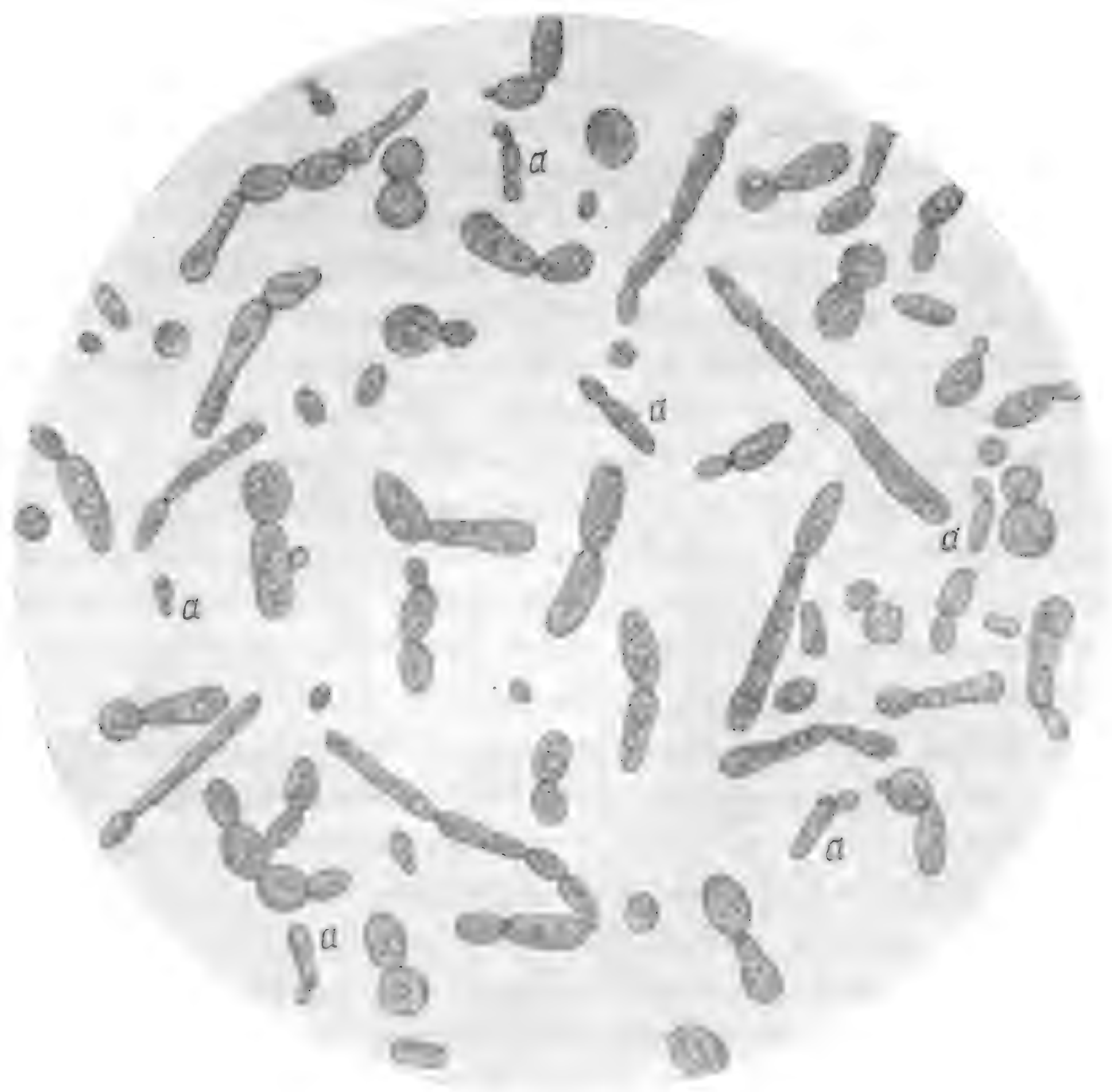


Рис. 106. Одна из рас дрожжей кислых плодов вначале брожения в сусле, приготовленном из этих плодов. × 600

считать близким к разнице между только что образовавшимся семенем, которое не способно к прорастанию, и тем же семенем, которое хранилось достаточно долго для того, чтобы развитие его стало возможным. Другими словами, недостаточно регенерировать дрожжи и дать им развиваться при широком доступе воздуха в сахарной питательной среде, чтобы они приобрели тот же вид, какой имеют в начале развития дрожжи, непосредственно взятые с кислых или сладких плодов. Доказательство этому мы видим на рис. 97, на правой половине которого изображено почкование клеток, представленных на левой половине, происходящее в благоприятной для их развития среде, *при свободном доступе воздуха.* В отношении длины и поперечника клеток и члеников разницы между этими двумя полями зрения микроскопа почти не наблюдается. Они отличаются друг от друга, главным образом, тем, что дрожжи, изображенные на правой половине, имеют сравнительно молодой вид и активно почкуются.

Но есть простое средство для того, чтобы мелкие и разъединенные формы дрожжей из осадков при конце брожения заставить вернуться к продолговатым, трубчатым, грушевидным, более или менее объемистым формам, образующимся при прорастании клеток-зародышей, взятых с поверхности плодов (рис. 106). Для этого надо дать дрожжам *saccharomyces pastorianus* возможно больше состариться, оставив их на очень долгий срок, при отсутствии питания и при доступе чистого воздуха, во влажном состоянии, а еще лучше — в растворе сахара. Дав им развиться в пивном сусле в баллоне с двумя трубками, мы осторожно сливаем сброженную жидкость через правую трубку, оставляя осадок дрожжей на стенке баллона. Затем мы снова вставляем в каучуковую трубку стеклянную пробку и оставляем влажные дрожжи в соприкосновении с чистым воздухом. В клетках идет непрерывная работа, и они все больше и больше стареют, не теряя своей жизнеспособности. Я употребляю слово *стареть,* как я уже указывал, потому, что время регенерации таких дрожжей в сусле тем больше затягивается, чем дольше они оставались в покое.

При таких условиях отмирание дрожжей наступает редко. Они истощаются и вянут, но остаются живыми и способными к размножению по прошествии нескольких месяцев и даже лет. В конце



Рис. 107. *Saccharomyces pastorianus*. Вид при продолжительной культуре. × 600

концов, впрочем, они все же отмирают, так как при внесении в питательную среду остаются инертными.

Чтобы довести дрожжи до истощения, не давая им погибнуть, лучше всего применять раствор сахара. Слив пиво при помощи описанного выше способа, его заменяют чистым 10%-ным раствором тростникового сахара. Вот как производят это переливание жидкости, не опасаясь зародышей воздушной пыли, которые сделали бы невозможным повторение всех этих опытов. Приготовляют баллон с сахарной водой, свободной от всяких посторонних зародышей и соединяют его с предыдущим. Это производят, снимая каучуковую трубку с баллона, содержащего дрожжи, а также стеклянную пробку, которая закрывает другую каучуковую трубку баллона с сахарной водой, затем вдевают правый тубус баллона с дрожжами в каучуковую трубку баллона с сахарной водой, потом подымают этот последний, чтобы дать стечь содержащейся в нем сахарной воде на дрожжи. Одновременно помощник направляет пламя спиртовой лампы на кривую часть изогнутой шейки баллона с сахарной водой, чтобы разрушить жизнеспособность зародышей пыли, взвешенной в воздухе, который входит в этот баллон по мере его опорожнения.

Сахарный раствор, пришедший таким образом в соприкосновение с более или менее свежими дрожжами, начинает бродить. Когда брожение закончено, жидкость сливают и заменяют новым раствором сахара, который снова бродит, хотя уже с большим трудом. Смену растворов повторяют три или четыре раза, вызывая, таким образом, все большее и большее истощение дрожжей, так что они в конце концов в последнем растворе уже совсем не вызывают брожения.

Подобного истощения дрожжей в растворе сахара можно достигнуть гораздо быстрее следующим образом. Для этого следует засеять ничтожное количество дрожжей в большое количество, например, в 100 $см^3$ чистого раствора сахара, т. е. вместо того, чтобы перелить, как мы только что объяснили, содержимое баллона с сахарной водой на весь осадок баллона со сброженным пивным суслом, берут с помощью тоненькой трубочки дрожжи со дна последнего и переносят их в баллон с сахарной водой. Этого достаточно, чтобы истощить такое малое количество дрожжей после того, как они вызвали начало

брожения, часто незаметное для глаза, так как небольшие количества углекислоты целиком растворяются в жидкости, не давая видимого выделения пузырьков газа.

Весьма замечательным является следующий факт. Во время своего продолжительного пребывания в растворе сахара дрожжи доходят до такого истощения, что уже совершенно не вызывают брожения и остаются в инертном состоянии, но при этом они все же не отмирают. В некоторых моих опытах дрожжи в растворе сахара сохраняли жизнеспособность больше двух лет [91]. Едва ли нужно указывать, что такие результаты не соответствуют обычно приписываемым дрожжам свойствам [92].

Вместо раствора сахара в таких опытах можно пользоваться дрожжевой водой. В баллоны с чистой дрожжевой водой вносят немного дрожжей со всеми обычными предосторожностями, ограждающими их от посторонних зародышей. Брожения не происходит, так как нет сахара. Однако дрожжи начинают почковаться, и тем сильнее, чем больше было вместе с дрожжами внесено углеводов. В дрожжах происходит внутренняя химическая работа, постепенно меняющая их наружный вид. Плазма в клетках стягивается к центру, окрашивается в желто-бурый цвет, становится зернистой и образует внутри клеток более или менее неправильные, очень редко сферические ядра.

---

[91] Не все спиртовые дрожжи в одинаковой мере устойчивы к такого рода истощению. Наибольшей стойкостью характеризуются дрожжи *saccharomyces pastorianus,* которые я сейчас имею в виду.

[92] Правильно ли выражение истощение? Несомненно, дрожжевые клетки истощаются, если их засевают в ничтожных количествах в большой объем раствора сахара. Все же предпочтительнее говорить в данном случае о таком способе сохранения жизнеспособности клеток, при котором они не погибают вследствие изнашивания и не размножаются почкованием. Следует отметить, что дрожжи при этом находятся в состоянии скрытой жизни, напоминающем состояние клеток дрожжей на наружной поверхности плодов. Дрожжи на фруктах, ветках, коре получают из окружающей среды не больше необходимых для их размножения питательных веществ, чем дрожжи в избытке сахарного раствора. Все же нельзя сказать о клетках-спорах, взятых с поверхности фруктов или их древесных частей, что они находятся в состоянии истощения. Выражение это является неподходящим.

Замечу мимоходом, что эти условия должны были бы быть чрезвычайно подходящими для появления внутри клеток спор, открытых Реесом. Однако мне еще ни разу не пришлось при таких условиях найти их *.

Следует обратить особенное внимание на то, что истощенные, совершенно съежившиеся, состарившиеся дрожжи годами сохраняют способность к размножению. Начиная развиваться в питательной среде при доступе воздуха, они проявляют все особенности, свойственные дрожжам, взятым с поверхности сахаристых плодов. Другими словами, они размножаются не так, как дрожжи после нескольких последовательных пересевов в сахаристом сусле. Они не дают клеток, которые, как только достигают формы и размеров материнских клеток, сразу же от них отделяются. Они сразу же начинают с очень красивых образований, похожих на *dematium pullulans,* и с форм, имеющих вид тех дрожжей, которые состоят из крупных, длинных, ветвистых члеников и тех больших клеток, часто грушевидных, которые изображены на рис. 106.

Следующие рисунки и описание наблюдений, к которым они относятся, дадут нам доказательства моих утверждений. Из них ясно видно, как истощенный сахарной или дрожжевой водой *saccharomyces pastorianus* вновь оживает в подсахаренном сусле в виде продолговатых ветвистых грушевидных форм, свойственных плодовым дрожжам, и переходит затем в более мелкие формы, появляющиеся в разгаре брожения или в его конце.

Рассмотрим теперь рисунок (рис. 108), происхождение которого таково.

Самопроизвольно появившиеся дрожжи, после повторных культур имевшие, как изображено на рис. 107, вид, обычный для *saccharomyces pastorianus,* в повторных последовательных культурах были истощены в сахарной воде, а затем регенерировали в виноградном сусле при 10—11°. При этой температуре прорастание заметно обнаруживается лишь по истечении восьми дней. При 20° оно, при прочих равных условиях, потребовало лишь 3 дня. Я зарисовал лишь одну из длинных ветвей, от которых отделялись дрожжевые клетки и почкующиеся членики, но их там имелось еще большое количество. Нет ли

здесь глубокой аналогии с некоторыми формами *dematium*, изображенными на рис. 101? Здесь, можно сказать, мы вновь находим все особенности рисунков этой последней таблицы.

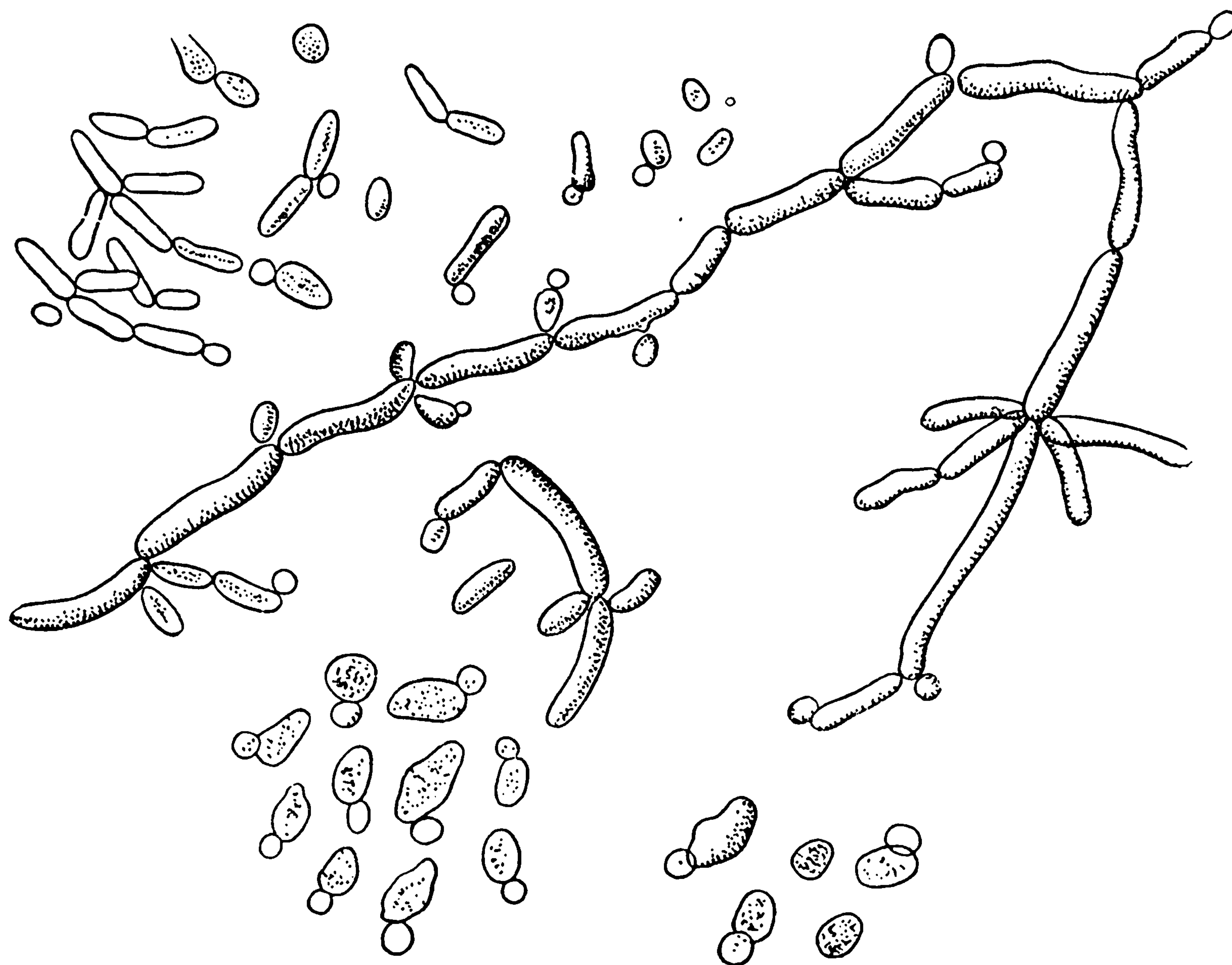


Рис. 108

Рис. 109 представляет первые стадии прорастания в пивном сусле другого образца *saccharomyces pastorianus* после того, как он был истощен четырьмя последовательными культурами в сахарной воде. Здесь видны крупные дрожжи (рис. 101) начала брожения кислых плодов, вишен, смородины, смешанные с более мелкими формами, которые им сопутствуют и которые из них образуются в результате повторных почкований. Поле зрения было покрыто этими мелкими дрожжами. Наоборот, надо было искать в нескольких различных полях изображенные здесь крупные клетки с длинными, ветвистыми члениками. Это потому, что крупные и длинные членики появляются лишь вначале, когда есть еще много воздуха. При повторном

почковании они дают лишь мелкие клетки или короткие членики, все возрастающее количество которых маскирует присутствие первых.

Рис. 110 изображает также дрожжи *saccharomyces pastorianus*, истощенные двумя годами пребывания в дрожжевой воде при доступе чистого воздуха. Любопытно, что они потеряли свою продолговатую

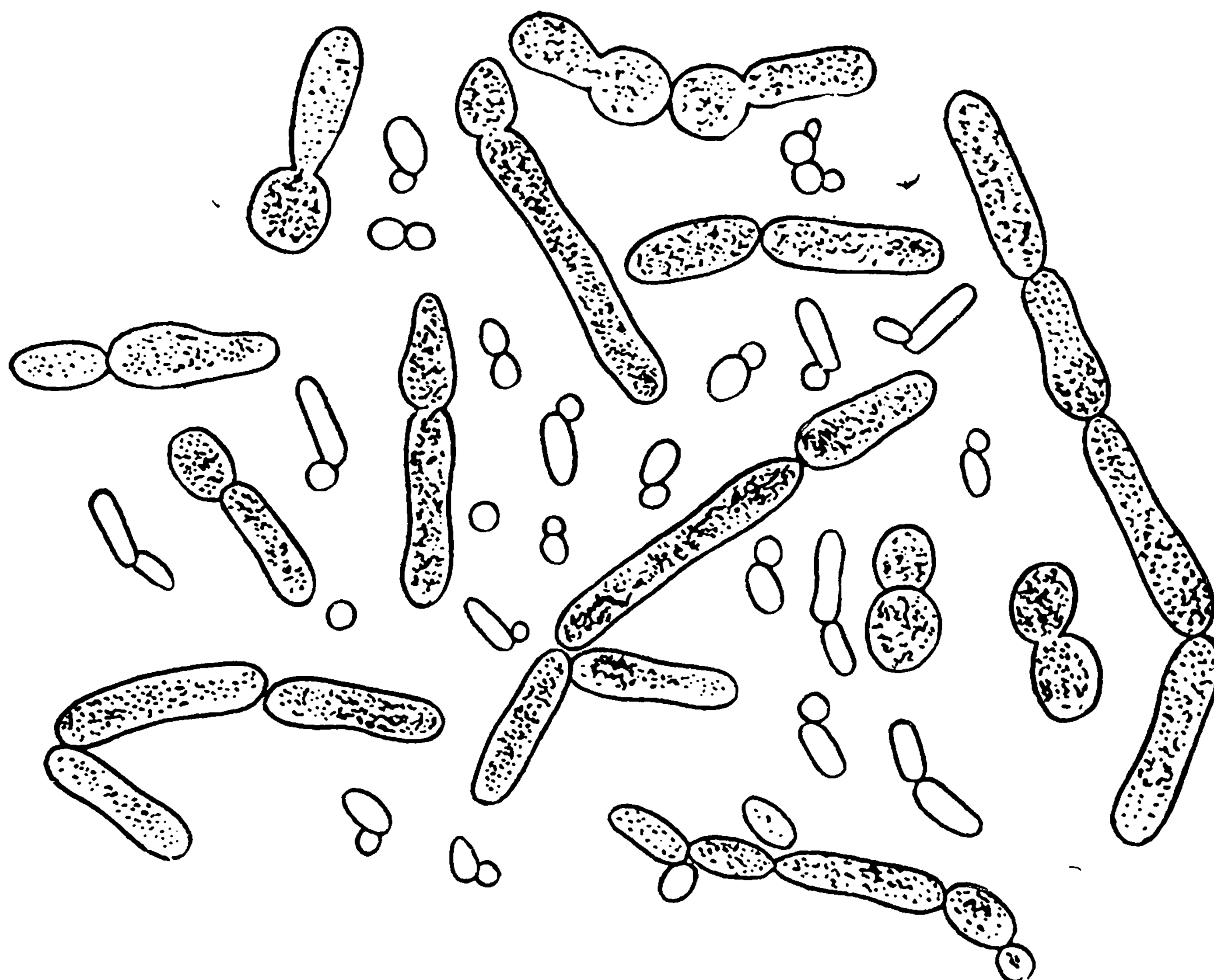


Рис. 109

форму. Кажется, что они произошли из круглых дрожжей. Клетки очень стары, большинство с двойным видимым контуром, с весьма зернистым содержимым желтоватого цвета. Можно сказать, что это старые, мертвые дрожжи. На самом деле — ничего подобного.

На рис. 111 представлено прорастание этих дрожжей, помещенных в мае 1875 г. для регенерации в баллон с пивным суслом при комнатной температуре. Вот детали этого наблюдения.

Следы истощенных дрожжей (рис. 110) засеяны 16 мая в баллон с пивным суслом. Рисунок (рис. 111) сделан 19 мая. Начиная с 18-го стала заметной регенерация. Мы видим, сколько уже образовалось мелких дрожжей на третий день после посева. Если бы я обо-

ждал еще несколько дней, прежде чем брать пробу, мне было бы, вероятно, трудно найти трубчатые клетки крупных дрожжей, настолько их количество было бы невелико по сравнению с мелкими.

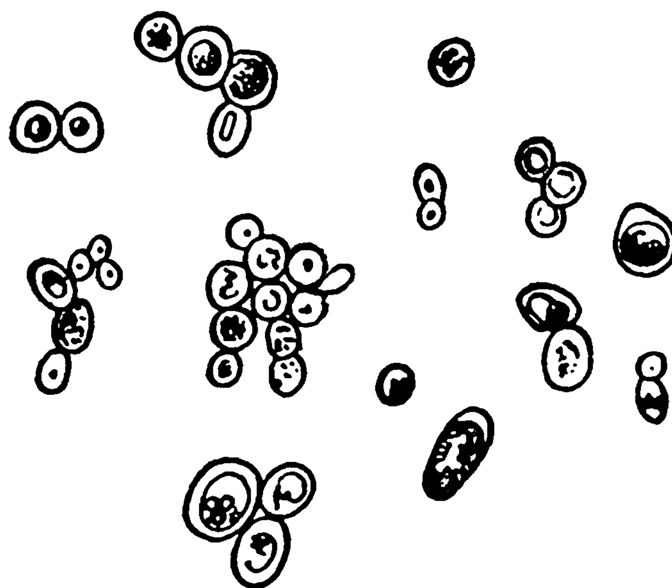


Рис. 110

Надо отметить на рисунке цепочку крупных клеток и длинных члеников *a, b, c, d. d* — клетка засева; она стала просвечивающей, ее

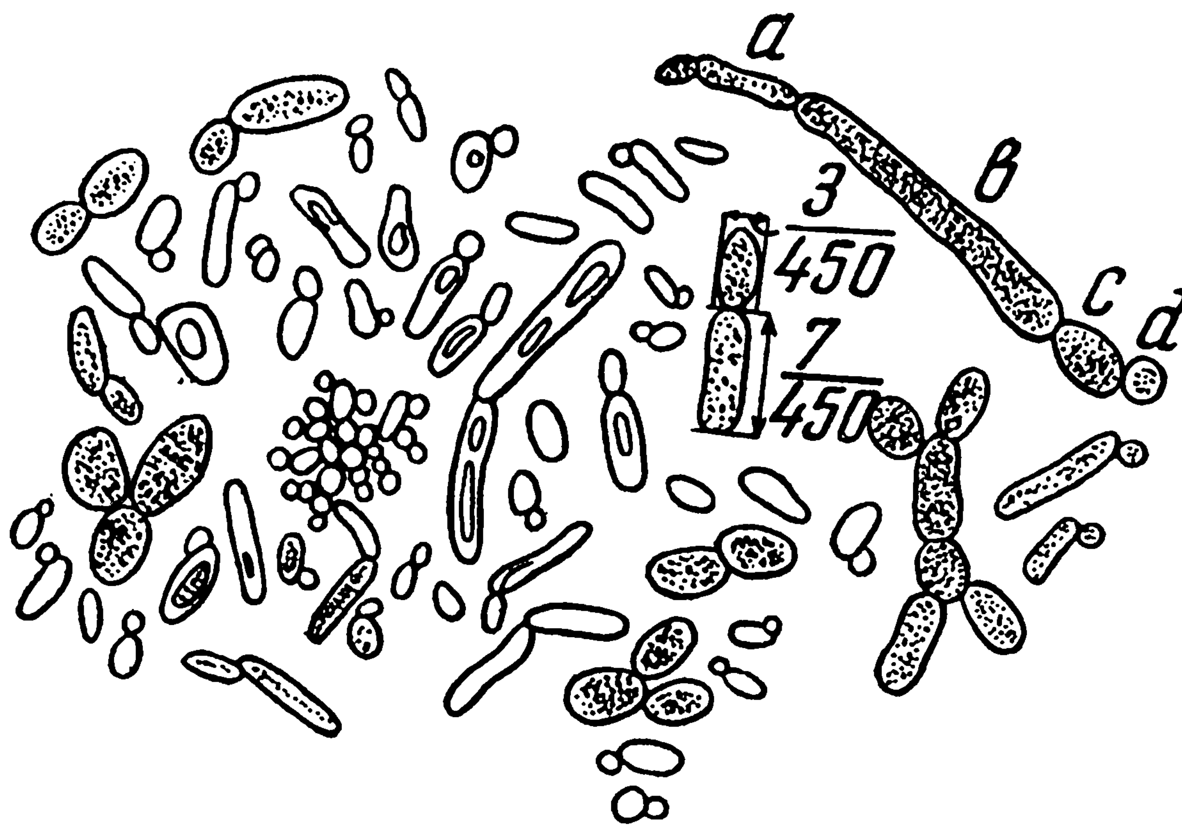


Рис. 111

мелкозернистое содержимое совершенно утратило бурый оттенок. *c* — крупная клетка, происшедшая из предыдущей, с резко очерченным контуром, наполненная мелкими молодыми зернышками; она весьма напоминает крупные дрожжи с плодов, когда они начинают

появляться в сахаристом соке, выходя из клеток-зародышей, находящихся на наружной поверхности этих плодов. *b* — длинная трубка этих самых дрожжей, и, наконец, *a* — членик с почкой, с менее выраженным контуром, совсем незернистый или мало зернистый, более тонкий, свойственный мелким дрожжам, изображенным на рис. 107. Здесь виден на одной и той же ветке переход крупных дрожжей в мелкие после двух генераций с момента прорастания клетки засева *d*. Это наблюдение подтверждает мнение, которое я защищаю, а именно, что на рис. 108, 109, 111, как и на рис. 106, мы имеем не смесь двух видов дрожжей, одних более крупных, удлиненных, трубчатых, и других — меньших, но одни и те же дрожжи, различие объема и формы которых зависит от особых условий. Вначале становятся заметными лишь наиболее мелкие дрожжи; они сохраняют свой характерный вид в последовательных культурах, давая объемистые, удлиненные, трубчатые формы лишь после длительного истощения. Вероятно, что *мукоровые* дрожжи представили бы возможность сделать аналогичные наблюдения. Было бы очень интересно исследовать это.

Вот один из наиболее любопытных рисунков, изображающих регенерацию *saccharomyces pastorianus* после того, как они истощились на минеральной сахарной жидкости. Дрожжи, взятые из закрытого чана, где они служили для приготовления пива, были засеяны в минеральную жидкость 4 июля 1873 г. В следующие дни — слабое, но заметное появление развития дрожжей, которое затем постепенно увеличивается. Баллон оставляют в термостате при температуре 25° до 3 декабря, когда констатируют, что сахар нацело сброжен. Тогда засевают следы обильно образовавшегося осадка в баллон с чистым пивным суслом. 4 декабря — ничего заметного. 5-го, наоборот, активное брожение, на поверхности жидкости объемистая пена, и на дне уже значительный осадок дрожжей. Этот последний исследуют под микроскопом и зарисовывают; это рис. 112. Темные клетки с двойным контуром являются клетками засева, которые не регенерировали. В различных местах препарата можно увидеть несколько таких клеток; их можно узнать по их внутренней зернистости, которая начинает уже исчезать. Из этих клеток получаются другие, и часто мно-

гочисленные, способные к прорастанию клетки и членики. Так, например, одна из групп клеток, изображенных внизу рисунка, находится как раз на пути к регенерации и прорастанию; она несет не менее

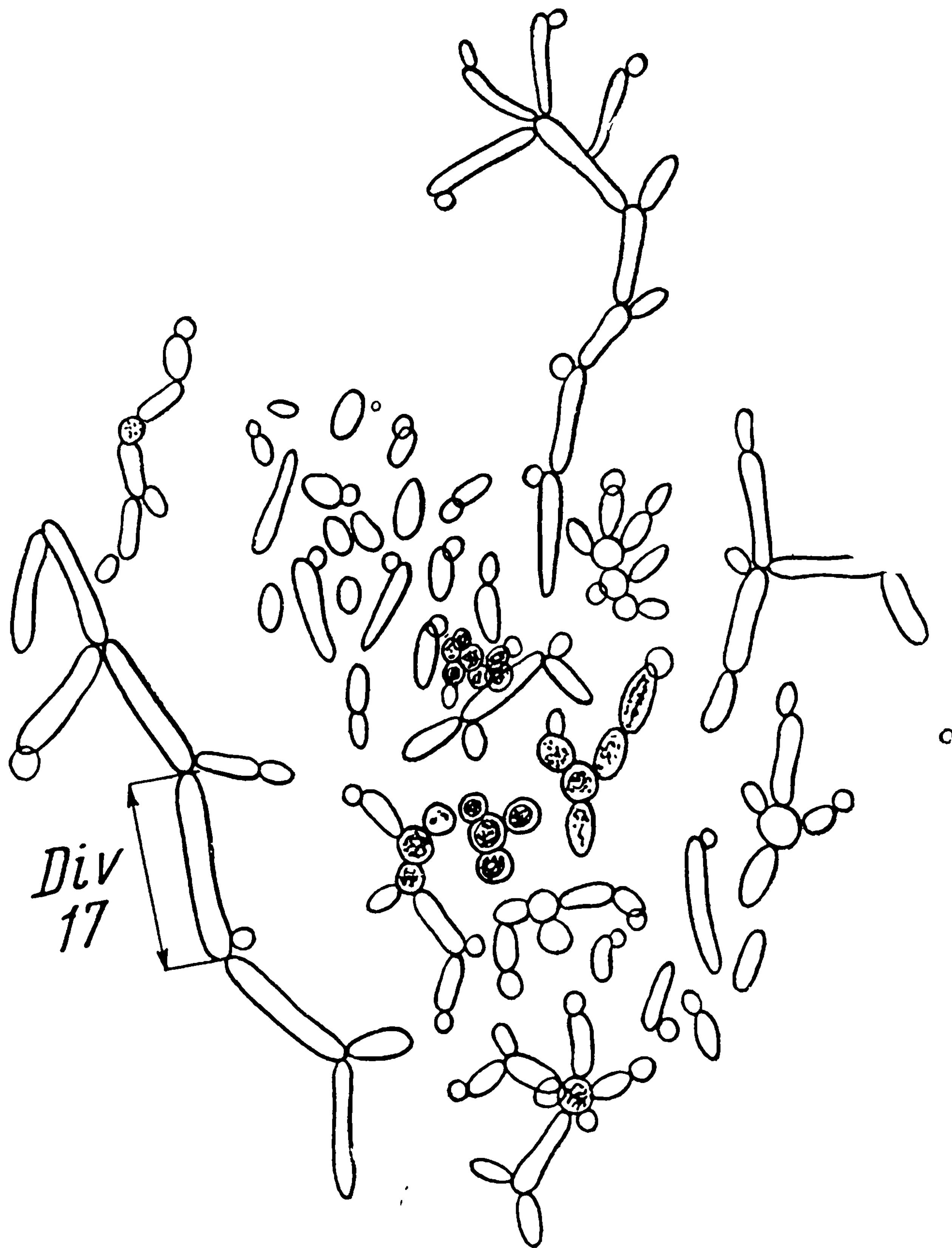


Рис. 112. 1 Div = 1/450 мм.

шести клеток, члеников или групп члеников. В различных полях зрения под микроскопом обнаруживается масса более или менее разветвленных веток, цепочек более или менее длинных клеток. Некоторые из них показаны на рисунке. По мере повторения почкования

на ветках, клетки и членики разделяются быстрее, уменьшаются и приобретают вид обычной культуры, *saccharomyces pastorianus,* примерно, как это изображено на рис. 107. Вначале, при первых признаках прорастания старых истощенных клеток, их внешний вид скорее напоминает *dematium pullulans,* как это наблюдается при прорастании многочисленных телец с поверхности кистей винограда или других плодов и их веток. Несколько таких образцов нам дает рис. 101.

Резюмируем некоторые из фактов, приведенных в этом параграфе. Существуют различные дрожжи спиртового брожения. При брожениях естественных сахаристых соков, столь легко подвергающихся, особенно когда они кислые, свободному спиртовому брожению, дрожжи образуются из определенных клеток-зародышей. Последние широко распространены на наружной поверхности кожицы растения в виде маленьких сферических телец желтого или коричневого цвета, расположенных отдельно или соединенных вместе. Они обладают свойством чрезвычайно легко и быстро почковаться в жидкостях, способных бродить. Присутствие кислорода воздуха необходимо для прорастания этих клеток-зародышей. Это объясняет наблюдавшийся Гей-Люссаком факт, согласно которому кислород необходим для начала самопроизвольного брожения виноградного сока [93]. Одни из этих

[93] Бешан (Béchamp. C. r. de l'Acad. sci., 75, 1872, p. 1284—1287) утверждает, что воздух не имеет никакого прямого влияния ни на образование фермента, ни на спиртовое брожение. Это ошибочное утверждение было выведено искусным химиком из опытов, сделанных с сахарной водой, к которой он прибавлял виноградные гроздья, лепестки мака и лепестки *robinia pseudoacacia.* Как можно видеть, из моих «Исследований о вине» (7 стр., 1 изд., 1866), эти опыты Бешана от 1872 г. лишь воспроизводят опыты, сделанные уже давно с листьями винограда, лепестками цветов бузины, листьями щавеля и т. п. маркизом Бюльон, Фаброни и другими экспериментаторами. Бешан видоизменил эти опыты прошлого столетия, прибавляя гроздья, листья и т. п. в сахарную воду лишь после того, как он продувал углекислый газ в жидкость. Так как брожение все же возникало, то Бешан неправильно заключил, что воздух не имеет никакого прямого влияния ни на образование фермента, ни на спиртовое брожение. Продувание углекислого газа не могло удалить весь воздух, внесенный веществами, прибавленными к сахарной воде. Именно остаточный воздух, приставший к этим предметам, позволяет образовываться ферментам.

Пользуясь случаем, я прибавлю, что это сообщение Бешана от ноября

дрожжей заслуживают особого внимания. Это — дрожжи, называемые *saccharomyces pastorianus*. Когда эти дрожжи берут из осадка сброженного ими сусла, то они, как и все дрожжи, состоят из овальных или круглых клеток или из коротких члеников. Помещенные снова в такое сусло, они почкуются там таким же образом, как и все обычные дрожжи, образуя почки, отрывающиеся от материнских клеток или члеников, когда они достигают размеров последних. Новый осадок становится тогда похожим на исходный, взятый в качестве закваски, и так далее. Но при определенных, вызывающих истощение условиях, которые легко воспроизводимы и на которые мы точно указывали на предшествующих страницах, клетки совершенно меняют свою способность к почкованию и прорастанию. Каждая клетка, измененная в своем строении условиями, о которых я говорю, становится способной почковаться с удивительной быстротой по всей своей поверхности. В результате получается множество почек, многие из которых дают начало цепочкам разветвленных ветвей. Последние покрываются в разных местах, главным образом в междоузлиях, клетками и члениками, которые, в свою очередь, отрываются и почкуются и дают скоро формы дрожжей, свойственные осадку. Следовательно, *saccharomyces pastorianus* обнаруживает черты, связывающие дрожжи с некоторыми плесенями, именно с теми, которые де-Бари называет *dematium*. Они находятся обычно на поверхности листьев или валежника и особенно широко распространены на древесине виноградной лозы в конце лета, в момент сбора винограда. Все заставляет думать, что в это время года один или несколько из этих *dematium* дают дрожжевые клетки или даже что обычные аэробные грибы *dematium* в определенный момент своей вегетации образуют, кроме аэробных клеток и торула, также и другие, анаэробные клетки и торула, т. е. дрожжи спиртового брожения.

1872 г. начинается с различных утверждений по вопросу о форме клеток спиртовых дрожжей при брожении винограда. Я занимался этим вопросом на десять лет раньше и привел соответствующие рисунки в моем сообщении «Quelques fait nouveaux au sujet des levûres alcooliques» в «Bulletin de la Société chimique de Paris», 1862 *.

Мы приходим, таким образом, к подтверждению предположения большинства авторов, много наблюдавших дрожжи, о том, что эти организмы должны представлять собой органы, оторвавшиеся от более сложного растения. Прибавим еще, что наши *saccharomyces* образуют цепочки трубочек, веретенообразных образований, клеток члеников более или менее грушевидных, необыкновенно напоминающие цепочки трубок и шаровидных клеток или конидий погруженного *mucor racemosus*. Таким образом, можно думать, что наш дрожжевидный *dematium* сам представляет собою в своих спорах-зародышах орган, оторвавшийся от еще более сложного растения, подобно тому как шаровидные дрожжи принадлежат более сложной плесени *mucor racemosus*.

Приведем цитату, в которой де-Бари впервые употребляет название *dematium pullulans* *. Немецкий естествоиспытатель напоминает сперва мнения Байля, Беркли и Гофмана. Первый считал, что *mucor mucedo* превращается в пивные дрожжи; второй — что дрожжи являются особым состоянием *penicillium;* третий — что их могут производить грибы очень различной природы, особенно *penicillium glaucum* и *mucor mucedo*. Затем де-Бари добавляет: «Я приложил много стараний, чтобы повторить опыты Байля, Беркли и Гофмана, но я никогда не мог получить подтверждения этих данных ни в культурах на предметных стеклах, ни в пробирках с возможно более чистыми реактивами (искусственные растворы и виноградное сусло; споры *penicillium, mucor mucedo, botrytis cinerea* и т. п.)». Де-Бари, следовательно, приходит в данном случае как раз к таким же результатам, о которых я сообщил в Обществе любителей науки и в Химическом обществе в Париже в 1861 г. и которые я привел в главе IV (примечание на стр. 639). Он продолжает следующим образом: «При такого рода опытах трудно избежать двух источников ошибок. С одной стороны, несомненно, что настоящие дрожжевые клетки распространены повсюду; следовательно, они могут легко проникнуть в жидкость, взятую для опыта, вместе с засеваемыми спорами и вызвать таким образом ошибку [94]. С другой стороны, существует большое количество

[94] Распространение дрожжевых зародышей, как можно убедиться из наблюдений главы III, не так велико, как это здесь предполагает де-Бари. См.

грибов, которые образуют аналогичные дрожжам почки, неспособные вызывать брожение; они развиваются частью из спор, как это наблюдается у *exoascus,* частью же и из *мицелия.* Этот последний случай свойствен в особенности очень распространенной форме гриба, который близок к *dematiaceae* и *sphaeriaceae* и который, чтобы дать ему имя, я назову *dematium pullulans*».

Я закончу замечанием, которое, несомненно, должно было прийти в голову читателю. Невозможно было бы ставить опыты, о которых шла речь в этом параграфе, если бы мы не имели дела с чистыми дрожжами или, по крайней мере, со смесями, достаточно хорошо известными, чтобы можно было определить роль каждого отдельного элемента в наблюдаемых явлениях. Как поддерживать годами в культуре осадок дрожжей в сахарной воде или во влажном воздухе, если это маленькое растение смешано со спорами плесеней, различными организованными ферментами, зародышами бактерий, вибрионов или других инфузорий? Все эти посторонние организмы стали бы быстро развиваться в условиях среды, более или менее благоприятных для их развития, и через день-другой наши баллоны кишели бы многочисленными организмами, которые в большинстве случаев затемняли бы данные, относящиеся к тем организмам, которые надлежало изучать в отдельности. Нам нужно будет, следовательно, рассмотреть в одном из следующих параграфов приготовление дрожжей в чистом виде. Здесь же мы можем констатировать, что дрожжи в их обычном состоянии представляют собой скопления клеток, столь

также факты, изложенные в моем мемуаре от 1862 г. «Sur les corpuscules organisées qui existent dans l'atmosphère», p. 49. Только в лабораториях, в которых ведутся исследования брожений, или в других подобных местах, погребах, подвалах, пивоваренных заводах, воздух содержит во взвешенном состоянии настоящие дрожжевые клетки, готовые прорасти в сахаристых средах. Если же отвлечься от этих особых условий, то дрожжи особенно распространены лишь на поверхности плодов и на ветках, несущих эти плоды деревьев, кроме того, быть может, и на других растениях. Взвешенная в воздухе пыль редко вызывает брожение в чистом сусле, даже если были приняты всевозможные меры предосторожности, чтобы никакие особые обстоятельства не помешали возникновению его. Брожение может маскироваться плесенями, когда при малом количестве сахаристой жидкости имеется много воздуха.

легко портящихся, что их невозможно сохранить во влажном состоянии. Зимой после нескольких дней, летом после 24 часов они уже обнаруживают все признаки начинающегося гниения и теряют при этом свои свойства. В чистом виде дрожжи переносят годами самую сильную летнюю жару, не испытывая ни малейших гнилостных изменений и не теряя своей способности к размножению. Ни один посторонний организм на них не появляется. Перед лицом таких фактов не является ли химерой гипотеза о самопроизвольном зарождении! Не приговор ли это также и гипотезе о возможности превращения дрожжей в *penicillium glaucum,* в бактерии, вибрионы и обратно, как этого требуют теории Тюрпена, Гофмана, Беркли, Трекюля, Галлира и Бешана!..

§ 2. О так называемых самопроизвольно зарождающихся дрожжах

Выражение *самопроизвольно зарождающиеся дрожжи* может быть применено ко всяким дрожжам, появляющимся в бродящей жидкости, не засеянной этими дрожжами. С этой точки зрения к самопроизвольно зарождающимся дрожжам должны быть отнесены дрожжи, о которых говорилось в предыдущем параграфе, дрожжи всех сахаристых соков, которые бродят после того, как их оставляют стоять некоторое время, например, дрожжи вина. Однако такое название неправильно по существу. В конце концов и в этих случаях все же происходит как бы настоящий засев. Мы ведь установили, что для того, чтобы в соке возникло брожение, он непременно должен прийти в соприкосновение с поверхностью плодов. Вот почему, хотя порою мне случалось относить слова *самопроизвольно зарождающиеся дрожжи* к дрожжам плодов, в настоящем параграфе я буду применять это выражение только к дрожжам, появляющимся в забродивших при доступе воздуха сахаристых жидкостях, в которых были предварительно уничтожены, путем кипячения, все зародыши микроскопических организмов. Единственной причиной появления в них дрожжей является пыль воздуха. Это и есть типичное самопроизвольное брожение; о дрожжах этого брожения я буду здесь говорить.

В моих длительных и разносторонних исследованиях о превращении *mycoderma vini* (или пленки цвели вина или пива) в настоящие спиртовые дрожжи, возможность которого я сначала признавал, а затем, в результате более точных опытов, отверг (§ 2, гл. IV), я имел случай много раз наблюдать самопроизвольное брожение в различных сахаристых жидкостях. Ход опытов описан выше. Образовавшиеся на поверхности перебродившей или неперебродившей жидкости пленки *mycoderma vini* или *cerevisiae* погружают в сусло; затем это сусло переливают в баллон с длинным горлышком, где через несколько дней и возникает, обыкновенно, спиртовое брожение. Такое брожение никоим образом нельзя приписать превращению клеток *mycoderma vini* в дрожжи. Пленка микодермы является лишь переносчиком зародышей дрожжей, находящихся в пыли лабораторного воздуха и развивающихся между клетками погруженной в жидкость микодермы в подлинные спиртовые дрожжи. Я вызывал, значит, при таком способе действия самопроизвольное брожение, зародыши которого могли попасть только из атмосферной пыли. При этих брожениях, за которыми я с момента их возникновения следил чрезвычайно внимательно в микроскоп, отыскивая признаки превращения *mycoderma vini* в дрожжи, существование которого я в то время признавал, обычно в первые дни развивались крупные, удлиненные, разветвленные дрожжи (рис. 106), а вслед затем мелкие дрожжи (рис. 107) [95].

Я приведу лишь один пример. В первых числах марта 1872 г. культивировали в плоской кювете на пивном сусле происходящую из вина *mycoderma vini*. 6 марта пленка погружена, и все содержимое перенесено в длинногорлый баллон, наполненный воздухом. 9 марта обнаруживается начало брожения. 12-го зарисовываются дрожжи

---

[95] В этих опытах иногда появляются дрожжи *apiculatus*, но значительно реже нежели *saccharomyces pastorianus*. Встречаются здесь также и эллипсоидальные дрожжи. Если бы эти опыты могли быть произведены при свободном доступе воздуха, то, вероятно, оказалось бы большее количество разновидностей дрожжей. Но насекомые и всякого рода пыль, приносимая ветром, делают опыты в этих условиях трудными и ненадежными. В лаборатории нет этих неудобств. К несчастью, обыкновенно выполняемые там работы дают результатам опытов менее общий характер, чем если бы они были сделаны при свободном доступе деревенского воздуха.

осадка, которые изображены па рис. 113. Это большие и длинные, ветвистые дрожжи, более или менее грушевидные, которые появляются в начале брожения кислого и сахаристого сусла наших домашних фруктов. 16 марта — новая зарисовка осадка, в котором количество клеток в виде длипных члеников и в виде трубок, напоминающих мицелиальные трубки типичных плесеней, значительно уменьшилось. Наоборот, преобладают клетки овальные, круглые, в виде коротких члеников. В этот депь, 16 марта, вновь прибавлено пивное сусло к тому, которое бродило, чтобы удлинить срок брожения и увеличить количество доржжей. 19 марта снова был сделап рисунок, который мы также не сочли нужным воспроизвести и который изображал более правильные и однообразные дрожжи.

Дрожжи самопроизвольного брожения очень часто представляют собою, стало быть, те самые крупные дрожжи, которые в результате последовательно повторяющейся при брожении смены поколений превращаются мало-помалу в дрожжи, называемые мпою вслед за д-ром Реесом *saccharomyces pastorianus*. Это полиморфные дрожжи, с которыми наблюдатель должен быть хорошо знаком, чтобы пе смешать их с другими. Они распространены так широко, что только в очень редких случаях не примешиваются ко всяким дрожжам, открытым доступу воздуха, по крайней мере в лаборатории, где производятся исследования по брожению. То же самое паблюдалось и с дрожжами, применявшимися па одном пивоварепном заводе.

Существует, без сомнения, несколько разновидностей таких дрожжей. Среди дрожжей самопроизвольного брожения, получивших в результате повторных культур более или менее одпородный вид, встречаются иногда формы гораздо мепьшего размера. Реес поэтому различает форму *saccharomyces exiguus*.

Рис. 114 изображает дрожжи самопроизвольного брожения другого рода. Они развились в прокипяченном соке и начали бродить при доступе лабораторного воздуха. На рисунке изображены дрожжи сразу по возникновении брожения. Вероятно, это еще только одна из начальных форм вида *saccharomyces pastorianus* или какой-либо из его разновидностей. Спиртовые дрожжи смешаны, как мы видим, с другими мелкими нитевидными дрожжами, вероятно



Рис. 113. Дрожжи вначале самопроизвольного брожения. × 600

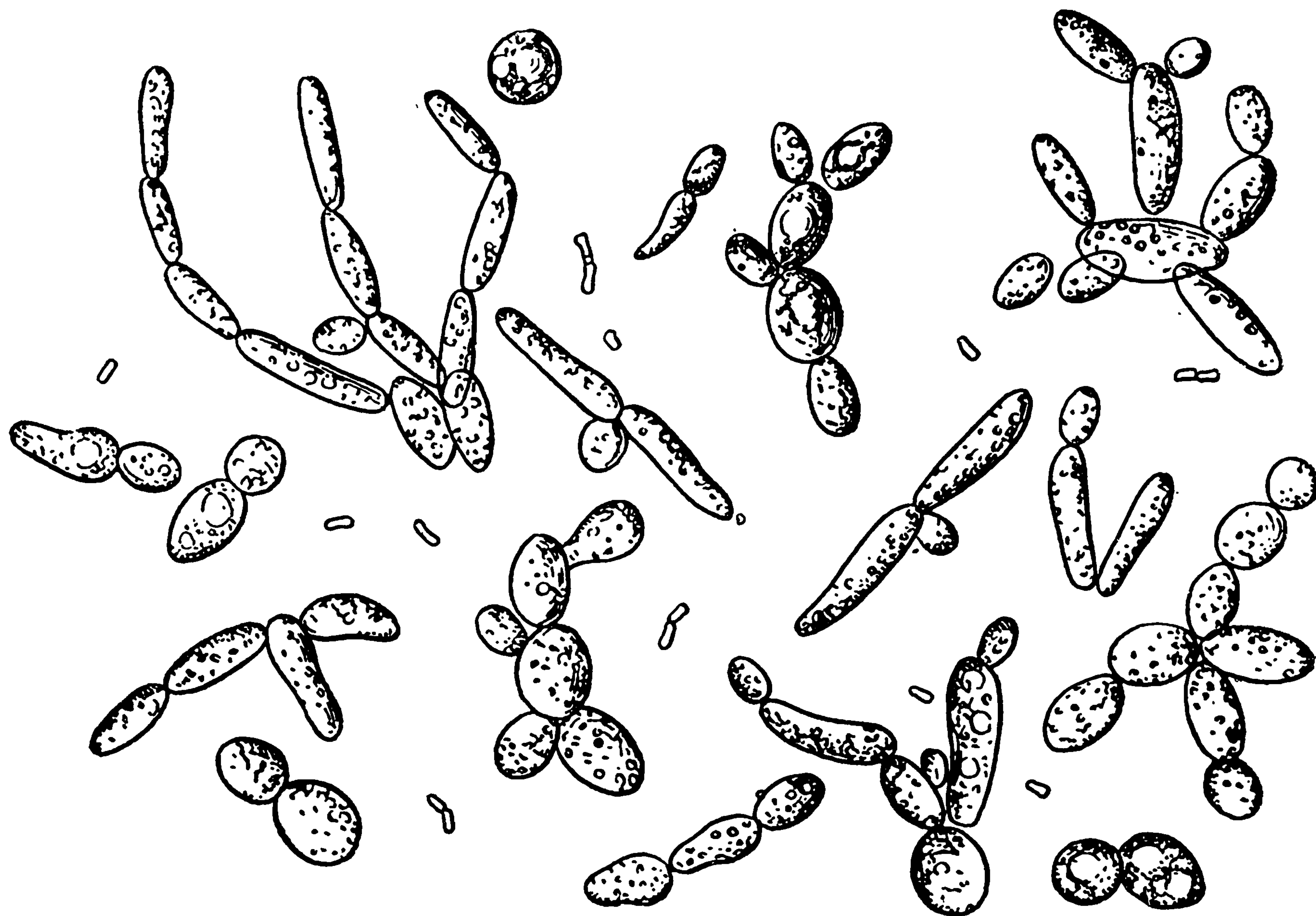


Рис. 114

молочнокислыми. Дрожжи самопроизвольного брожения никогда не бывают чистыми, что легко понять, вспомнив данные, изложенные в главах III и IV.

§ 3. О дрожжах верхнего и нижнего брожения

Дрожжи, о которых шла речь в предыдущих параграфах, не имеют, строго говоря, промышленного значения. В настоящее время дрожжи плодов или самопроизвольного брожения не применяются для засева ни в одном производстве. Конечно, они вызывают брожения, в результате которых получается вино, сидр, ром, можжевеловая водка, мед и т. д., но эти брожения самопроизвольны; они совершаются без участия человека, который не направляет происходящих процессов и нисколько не заботится об их возбудителях.

Совершенно иначе обстоит дело с производством пива. Пивное сусло никогда не представляется самопроизвольному брожению. Брожение в нем вызывают путем внесения дрожжей, полученных при предшествовавшем брожении или взятых с другого пивоваренного завода, заимствовавшего их, в свою очередь от третьего, и так далее, вплоть до древнейшего пивоваренного завода. Пивовар никогда не приготовляет своих дрожей сам. Я уже имел случай говорить, что как прежде, так и теперь обмен дрожжами представляет собою широко распространенный во всех странах обычай. Дрожжи, которые в настоящее время служат для производства пива на пивоваренных заводах Нанси, Страсбурга и других городов, происходят из пивоварен, о которых трудно сказать, где и когда они существовали. На древнейшей пивоварне, несомненно, пришлось воспользоваться дрожжами из самопроизвольно забродившей вытяжки ячменя или другими самопроизвольно зарошившимис ядрожжами. Нет ничего легче, ка кснова осуществить такой способ получения дрожжей.

В пивном производстве различают два вида брожения — верхнее и нижнее (см. главу I). Были ли дрожжи в древнейшем пивоварении верховыми или низовыми, и какие дрожжи могут получиться при самопроизвольном брожении пивного сусла в настоящее время? Наблюдения, произведенные над самопроизвольным брожением пивного сусла, позволяют заключить, что при этом получаются дрожжи, более или менее похожие на дрожжи вина. При самопроизвольном брожении пивного сусла мне никогда не приходилось получить ни настоящих верховых, ни настоящих низовых дрожжей в отдельности. С поверхности плодов я тоже не получал пригодных для производства пива дрожжей. Откуда же взялись в производстве верховые и низовые дрожжи? Каково их происхождение? Я не сумею сказать этого. Но я думаю, что мы имеем здесь дело с новым примером расовых изменений растений и животных, сделавшихся, благодаря долговременному приручению, наследственными. Мы не знаем хлебных злаков в диком состоянии, нам неизвестно, каково было их первое зерно. Нам неизвестен также шелковичный червь в диком состоянии, и мы не имеем представления о свойствах расы, которая дала его первое яичко *.

Все сказанное заставляет предположить, что верховые дрожжи отличаются от низовых дрожжей, и обе эти разновидности отличаются от дрожжей самопроизвольного брожения и от тех, которые встречаются на плодах. Это предположение заслуживает полного внимания, так как обычно считают, что между дрожжами нет определенных границ, что их морфологические различия обусловливаются различиями среды и что они легко переходят друг в друга. Приводимые ниже факты противоречат такой точке зрения.

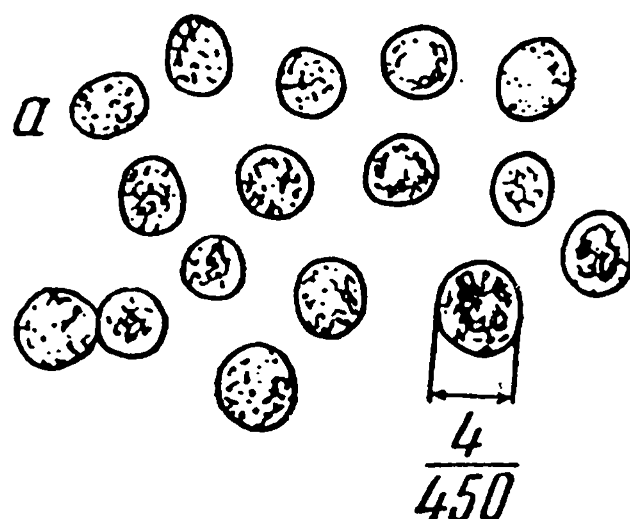


Рис. 115

Верховые дрожжи. На рис. 115 изображены верховые дрожжи из осадка по окончании брожения. На рис. 116 — те же дрожжи в период их развития в пивном сусле при доступе воздуха. При сравнении верховых дрожжей с другими спиртовыми дрожжами при том же увеличении нас поражают три особенности: несколько больший диаметр клеток, более зернистое содержимое их и характер почкования, при котором почкующиеся клетки располагаются пачками или ветвями. Рис. 116 дает верное представление об этом. Чтобы получить правильное представление о характерном для верховых дрожжей ветвистом расположении почкующихся клеток, надо рассматривать их в первые часы развития, когда под влиянием растворенного в жидкости кислорода жизнедеятельность их достигает максимума. Позднее, часто на другой же день после внесения дрожжей, отдельные группы клеток обособляются, а к концу брожения клетки совсем отделяются друг от друга: только 2—3% их остается соединенными и то не больше, чем по две (рис. 115).

Чтобы дать представление о быстроте размножения дрожжей, отмечу условия, при которых был сделан рисунок (рис. 116). 28 апреля 1874 г. в баллон с пивным суслом внесено незначительное количество верховых дрожжей. На другое же утро, через четырнадцать часов,

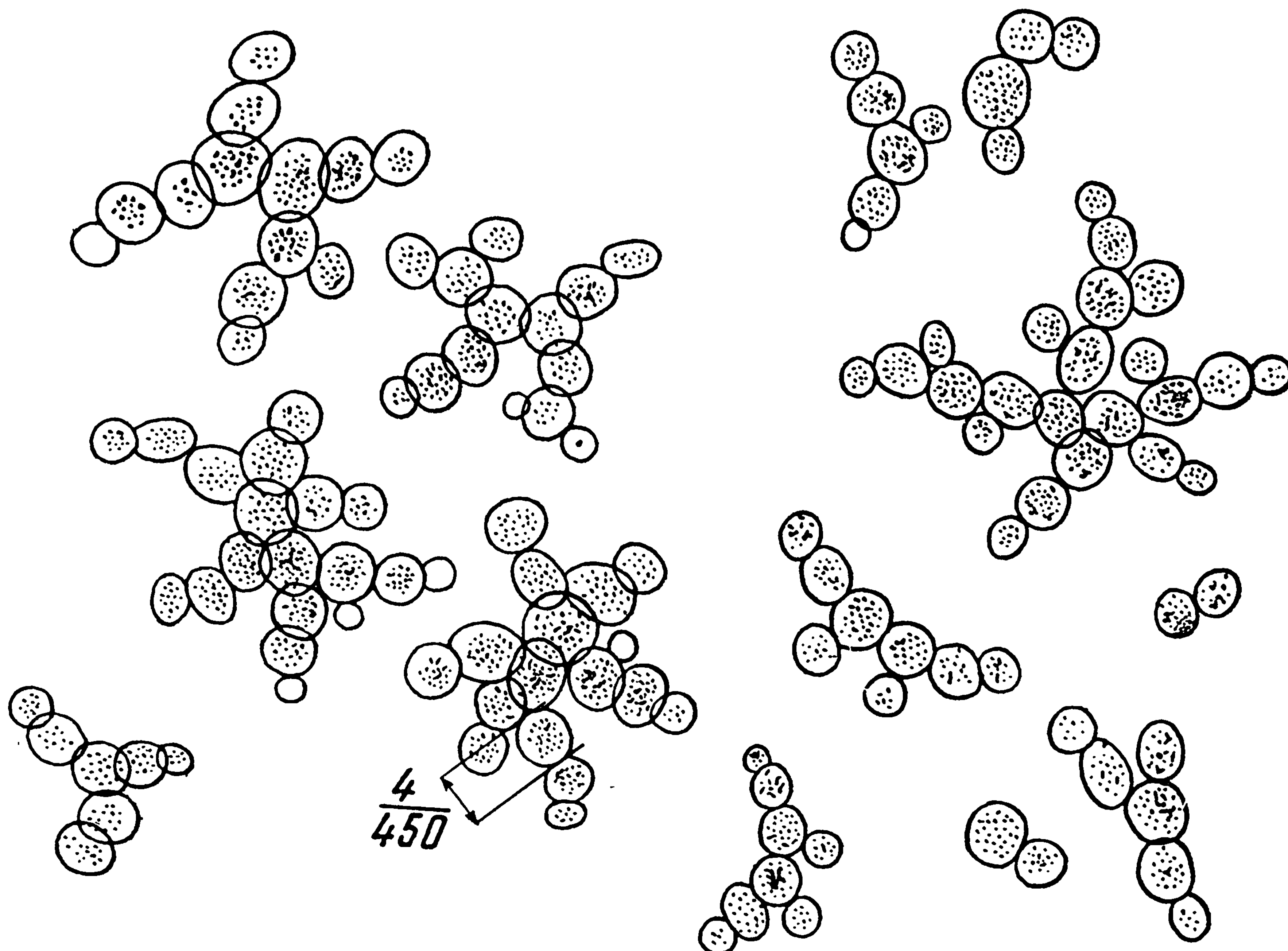


Рис. 116

образовался значительный осадок дрожжей, и началось брожение с образованием пены. 1 мая пиво сливают, заменяя его 10%-ным раствором сахара, который 2 мая заменяется новым. 3 мая в полдень из баллона, в котором продолжается брожение, берут немного дрожжей и вносят в новый баллон с пивным суслом; через пять часов дрожжи зарисовывают. Все поле зрения покрыто пачками ветвисто расположенных дрожжей. Группы их срисовывались точно, с натуры. Такая усиленная деятельность обусловливается состоянием дрожжей и

пригодностью питательной среды для их развития. В растворе сахара почкование клеток происходит далеко не так усиленно: разветвленных скоплений клеток не встречается. Большинство клеток, впрочем, в этом случае почкуется, но на отдельной клетке образуется не больше одной-двух почек. Брожение в чистом растворе сахара является, главным образом, результатом продолжающейся жизни уже ранее образовавшихся клеток.

Оставим наши дрожжи в избытке сахарного раствора на очень долгое время до полного истощения и будем наблюдать затем за их регенерацией, чтобы убедиться, не встречаем ли мы и тут фактов, аналогичных тем, которые мы видели у *saccharomyces pastorianus* (стр. 679 и следующие).

С этой целью 6 мая 1874 г. в два новых баллона с раствором сахара производят засев дрожжей из описанного выше баллона, в который 2 мая был налит свежий раствор сахара. 13 мая сливают жидкость одного из новых баллонов, содержащую еще много сахара, но почти совсем еще не начавшую бродить из-за ничтожного количества внесенных дрожжей, и заменяют ее пивным суслом. Замечательно, что уже с утра 14-го в жидкости наблюдается значительное развитие дрожжей и на поверхности ее образуется пена. Значит, дрожжи не были мертвы, хотя и потеряли способность к брожению. Регенерация этих дрожжей не дает ничего особенного. Вытянутых форм дрожжей совершенно нет. Мы видим ветвистые группы верховых дрожжей с округлыми клетками, и ничего больше.

Опасаясь, что дрожжи не были истощены недостаточно долгим пребыванием в растворе сахара, я оставил второй баллон на целый год. 16 мая 1875 г. я слил раствор сахара и заменил его пивным суслом, но на этот раз дрожжи не стали развиваться, они погибли. К счастью, я сохранил также баллон с дрожжами и раствором сахара от 2 мая 1874 г., о котором я говорил выше и в котором дрожжи не потеряли своей жизнеспособности, вероятно, как мы увидим, вследствие образования тех форм, которые ниже я буду называть *аэробными дрожжами*. 16 мая 1875 г. я сливаю жидкость из этого баллона и заменяю ее пивным суслом. На другой день поверхность покрывается тонкой пеной, свидетельствующей о том, что брожение началось. Под

микроскопом не видно ничего особенного, ничего такого, что указывало бы на образование каких-либо особых дрожжей, и чтобы убедиться в том, что дрожжи остались верховыми, я вношу их 19 мая в новый баллон с суслом. Через семь часов я уже вижу там великолепные разветвленные группы без единой вытянутой в длину клетки. Лучше развившихся верховых дрожжей с более ясно выраженными особенностями нельзя себе представить.

Таким образом, верховые дрожжи ни при каких обстоятельствах не принимают формы и характера *saccharomyces pastorianus* или других известных нам дрожжей. Мы имеем, значит, право считать их дрожжами sui generis. Это мнение подтверждается еще следующими фактами.

1. При одинаковых количествах сахарного сусла выход верховых дрожжей значительно больше, чем выход других дрожжей. Для того чтобы убедиться в этом, можно обойтись даже без точных определений. Если мы поставим бродить два равных объема сусла, засеяв один *saccharomyces pastorianus*, а другой — верховыми дрожжами, то увидим, что к концу брожения объем верховых дрожжей будет заметно больше, в некоторых случаях — в пять или шесть раз.

2. Верховые дрожжи более пластичны. Это видно из простого наблюдения. При взбалтывании осадка верховых дрожжей в сброженной жидкости получаются сгустки, разбить которые трудно. *Saccharomyces pastorianus* равномерно распределяется по всей массе жидкости.

3. Верховые дрожжи дают особое пиво со своеобразным вкусом, хорошо знакомым потребителям. Это пиво в настоящее время не нравится, что и вызывает постепенную замену прежних пивоваренных заводов, применявших верхнее брожение, новыми, пользующимися *низовыми дрожжами,* о которых будет речь ниже.

4. Наконец, одна из особенностей верховых дрожжей, свойственная также некоторым другим дрожжам и с практической точки зрения заслуживающая отдельного упоминания, состоит в том, что во время брожения верховые дрожжи всплывают на поверхность жидкости. В бочках они вытекают через шпунтовое отверстие и в большом количестве выливаются наружу. Дрожжи, называемые дрожжами

Пастера, так же, как и низовые дрожжи, подобным свойством не обладают. Они остаются на дне сосуда. Если верхнее брожение происходит в неполных чанах, дрожжи образуют мощный слой, как бы шапку на поверхности пива. Эти особенности сказываются даже при брожении в самых незначительных количествах жидкости. В наших баллонах, где объем сусла не превышает 100 и 150 см^3, по окончании бурного брожения и исчезновения пены, на 1—2 см над уровнем жидкости на стенках оседают остатки поднятых пеной дрожжей в виде отдельных скоплений или тонкого слоя.

Низовые дрожжи. В то время как брожение верховых дрожжей происходит на пивоваренных заводах при довольно высокой температуре, от 16 до 20°, низовые дрожжи бродят при температурах, не превышающих 10° и даже лучше — при 6, 7 или 8°. При такой низкой температуре верховые дрожжи не проявили бы сколько-нибудь заметной деятельности. Низовые же дрожжи предпочитают, напротив, низкие температуры.

В моем мемуаре о спиртовом брожении (Annales de chimie et de physique, 1860) я, не имея еще тогда специальных наблюдений, поддерживал мнение о тождестве этих двух сортов дрожжей *.

Более тщательное изучение заставляет меня думать, напротив, что они отличаются друг от друга. Сколько бы времени не оставляли мы верховые дрожжи при самой низкой температуре, которую они могут выдержать, сколько бы раз мы ни культивировали их в этих условиях, как бы ни поднимали мы, с другой стороны, температуру для низовых дрожжей, нам никогда не удастся превратить первые во вторые и наоборот, если только, конечно, и те и другие находятся в совершенно чистом состоянии. Если они были смешаны, то, в зависимости от изменения условий, появились бы одни или другие из них, что могло бы послужить поводом к признанию возможности их превращений.

Пивовары держатся, в общем, другого мнения. Они признают обыкновенно, что низовые дрожжи, культивируемые при высокой температуре, переходят в верховые и что верховые дрожжи повторными культурами при низкой температуре можно превратить в низовые. Многие говорили мне, что им удавалось установить этот факт. Я думаю, что успех такого превращения был только кажущимся и что

его следует приписать, как я уже указал, тому, что оба сорта дрожжей были смешаны друг с другом.

Митчерлих * и другие ученые после него утверждали, что верховые дрожжи размножаются почкованием, тогда как у низовых, наоборот, из клеток выпадают вследствие разрыва тельца, которые вырастают в обыкновенные клетки. Я не мог установить ничего подобного.

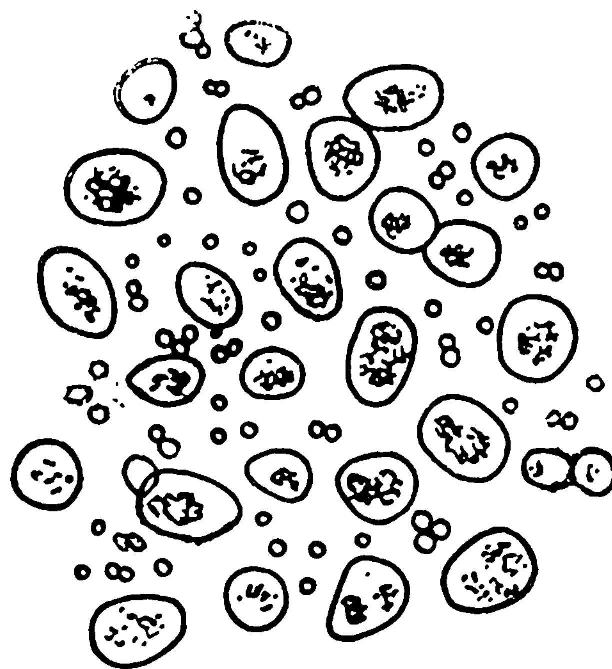


Рис. 117

Рис. 117 изображает микроскопическую картину низовых дрожжей, взятых из осадка, образовавшегося в чане по окончании брожения пива. Находящиеся среди клеток зернышки совершенно аморфны, хотя многие из них имеют правильную шаровидную форму. Это — посторонние дрожжам образования (см. № 7, рис. 67, стр. 525). Вместе с такого рода осадками могут встречаться и верховые и всякие другие пивные дрожжи. Нет никакого сомнения в том, что неточные наблюдения послужили причиной уже упомянутого мною заблуждения относительно особого способа размножения низовых дрожжей, по поводу которого я уже высказывался выше (см. стр. 658).

Сравнивая рисунки (рис. 117 и рис. 116), мы видим, что по своему общему виду низовые дрожжи прежде всего отличаются, хотя и не особенно резко, от верховых меньшим объемом и менее округлой формой клеток. Впрочем, от неособенно опытного наблюдателя разница эта может и ускользнуть.

В осадках низовых дрожжей после брожения встречаются, как и в осадках верховых, только разобщенные одиночные клетки; парных клеток в них также бывает не больше 2—3%. Более резкие различия между этими двумя сортами дрожжей заключаются, как мы увидим, в характере их почкования и размножения.

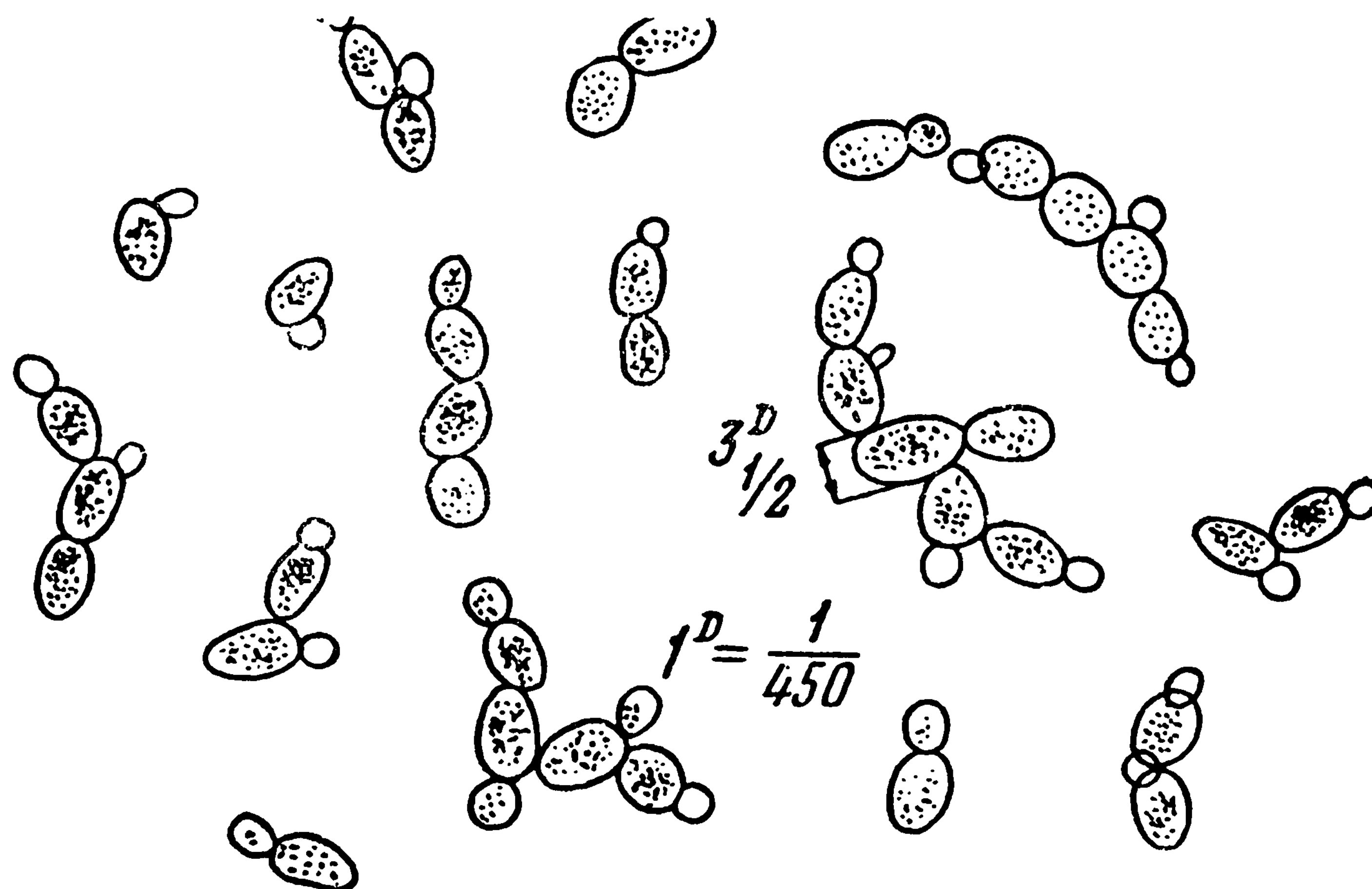


Рис. 118

28 мая 1875 г. я вношу ничтожное количество чистых низовых дрожжей с обособленными клетками сразу по окончании брожения в баллон с пивным суслом. 29 мая, через шестнадцать часов после этого, при ночной температуре в 15° я зарисовываю дрожжи в то время, когда развитие их еще незаметно для простого глаза. Только 30 мая развитие делается заметным. На дне жидкости появляется осадок, а на поверхности — пена. Достаточно взглянуть на рис. 118, чтобы увидеть значительную разницу, по сравнению с размножением клеток верховых дрожжей. Помимо того, что клетки низовых дрожжей представляются, как мы уже указывали, несколько менее крупными и более овальными, ветвей при почковании образуется далеко не так много, и мы не замечаем того количества собранных в пачки клеток, которое, если произвести наблюдение во-время, так поражает наблюдателя при развитии верховых дрожжей.

Дадим низовым дрожжам состариться, оставив их на более или менее продолжительный срок в отбродившем пиве, или доведем их до истощения пребыванием в течение нескольких месяцев в растворе сахара, взятом в гораздо большем количестве, чем то, которое ими может быть сброжено. Заставим их регенерировать и размножиться в сахаристом сусле при доступе воздуха,— они снова примут вид, который только что зарисован и описан. Самое большее, в отдельных культурах будет наблюдаться незначительная разница в размере клеток.

С производственной точки зрения эти дрожжи замечательны тем, что не всплывают на поверхность, какова бы ни была температура, 6 или 8°, 15 или 20°. Другими словами, они не поднимаются вследствие бурного образования углекислого газа. По окончании брожения поверхность жидкости и боковые стенки сосудов выше ее уровня остаются чистыми, не покрываются дрожжами, оседающими целиком на дно. Вес низовых дрожжей на тот же объем жидкости всегда меньше, чем верховых, но больше, чем *saccharomyces pastorianus*. Наконец, пиво низового брожения гораздо более удовлетворяет потребителя по своему вкусу и качеству, чем пиво, изготовленное на других дрожжах *.

§ 4. О существовании и получении других сортов дрожжей

Если не считать группы *mucor,* нам известны в настоящее время следующие дрожжи спиртового брожения:

1) так называемые дрожжи *Пастера,* встречающиеся среди дрожжей винограда, домашних плодов и многих вообще диких дрожжей;

2) пивные дрожжи верхнего брожения;

3) пивные дрожжи нижнего брожения.

Сюда же следует присоединить обычные дрожжи вина, в том числе дрожжи *apiculatus,* которые имеют небольшое практическое значение, так как они в процессе самопроизвольного сбраживания плодов быстро вытеснются другими, более жизнеспособными дрожжами. Этим еще не исчерпываются все дрожжи спиртового

брожения. По всей вероятности, новые виды их будут открыты при исследовании дрожжей, находящихся на поверхности плодов, семяп и стеблей растений в различных странах. Я прихожу к убеждению, что одни и те же дрожжи могут дать начало множеству других. Опыты, проведенные мною в данном направлении, не подвинулись еще достаточно вперед, поэтому я позволю себе выразить лишь самый принцип. Дрожжи состоят из совокупности клеток, отличающихся индивидуальными особенностями. Каждая из клеток обладает видовыми или расовыми признаками, свойственными также соседним клеткам, но сверх того, имеет собственные признаки, которыми она отличается от других клеток и которые она способна передавать будущим поколениям. Таким образом, если из определенных дрожжей удается изолировать различные клетки и культивировать их отдельно, то можно получить соответствующие количества дрожжей, которые, очевидно, будут отличаться друг от друга в силу того, что каждые из них будут обладать индивидуальными свойствами исходной клетки. Чтобы испытать на практике реальность этого положения, высушим какие-либо дрожжи и превратим их в тонкую пыль. В § 6 главы III мы узнали, что подобное воздействие вполне допустимо и что такая пылеобразная смесь дрожжей с гипсом очень долго сохраняет способность к размножению. Далее, дадим упасть с достаточно большой высоты облаку этой пыли и на определенном расстоянии снизу откроем несколько баллонов, лишенных воздуха и содержащих способную бродить жидкость, предварительно подвергшуюся кипячению. После этого закроем тут же каждый сосуд. При этом может случиться, что дрожжевые клетки, рассеянные в сильно разреженном при падении облаке, проникнут изолированно в некоторые из сосудов и дадут начало достаточно значительной навеске дрожжей, все клетки которой будут происходить от одной материнской клетки.

Я констатировал, что при этих условиях баллоны заражаются легко, и мои первые наблюдения, хотя и неполные, подтверждают мысль о возможности получения подобным путем многочисленных разновидностей дрожжей. Дикие дрожжи самопроизвольного брожения в собственном смысле этого слова, о которых я уже говорил, появляются в результате подобных заражений. Зародившись в жидко-

стях, подвергнутых кипячению и оставленных открытыми в соприкосновении с воздухом в местах, где имеются дрожжевые клетки, эти дрожжи достаточно часто должны происходить из единичных или очень немногих клеток. Возможно, что это явится также средством для создания различных рас дрожжей.

Не останавливаясь больше на практических следствиях излагаемых мною идей, перехожу к ознакомлению с двумя новыми типами дрожжей спиртового брожения, значительно отличающимися от упомянутых выше.

Новые верховые дрожжи. Эти дрожжи встретились мне при следующих случайных обстоятельствах. 12 февраля 1873 г. в моей лаборатории был приготовлен чан с 2,5 гл пивного сусла. 10 л этого сусла были перенесены в жестяной бак для охлаждения. Из этой партии, остававшейся в течение ночи в свободном соприкосновении с воздухом в лабораторном подвале, где была устроена маленькая опытная пивоварня, на следующий день была взята отдельно полная бутылка сусла. В последующие дни сусло в бутылке оказалось измененным. На поверхности появились различные образования, а на дне осадок дрожжей. Ввиду замеченных пузырьков газа и продолжавшегося в закупоренной бутылке брожения возникло опасение, что вследствие чрезмерного внутреннего давления бутылка лопнет. Поэтому 23 мая пробка была вынута. Тотчас же последовало значительное выделение газа, сопровождавшееся объемистой пеной, наполовину опорожнившее бутылку. Микроскопическое исследование осадка мутной жидкости позволило обнаружить между различными организмами очень гомогенные дрожжи, которых я до этого не встречал среди попадавшихся мне для изучения диких дрожжей. Полагая, что это новые дрожжи и что они, возможно, дадут новое, еще неизвестное пиво, я занялся в течение мая, июня и июля их очисткой и культивированием в сосудах с чистым суслом. Такие культуры от 4 августа 1873 г. были сохранены с тем, чтобы убедиться в чистоте пива и, тем самым, дрожжей. Эта чистота была действительно установлена 15 ноября. Тогда-то и было приготовлено пиво на этих дрожжах, остававшихся в течение многих месяцев в соприкосновении с чистым воздухом. Это пиво не походило ни на один из известных сортов.

Следовательно, дрожжи оказались специфическими, отличными от прочих дрожжей, а именно от тех, которые нас занимали в этой главе.

Рис. 119 изображает молодую культуру этих дрожжей. По своей овальной форме, по способу почкования и по размерам эти дрожжи

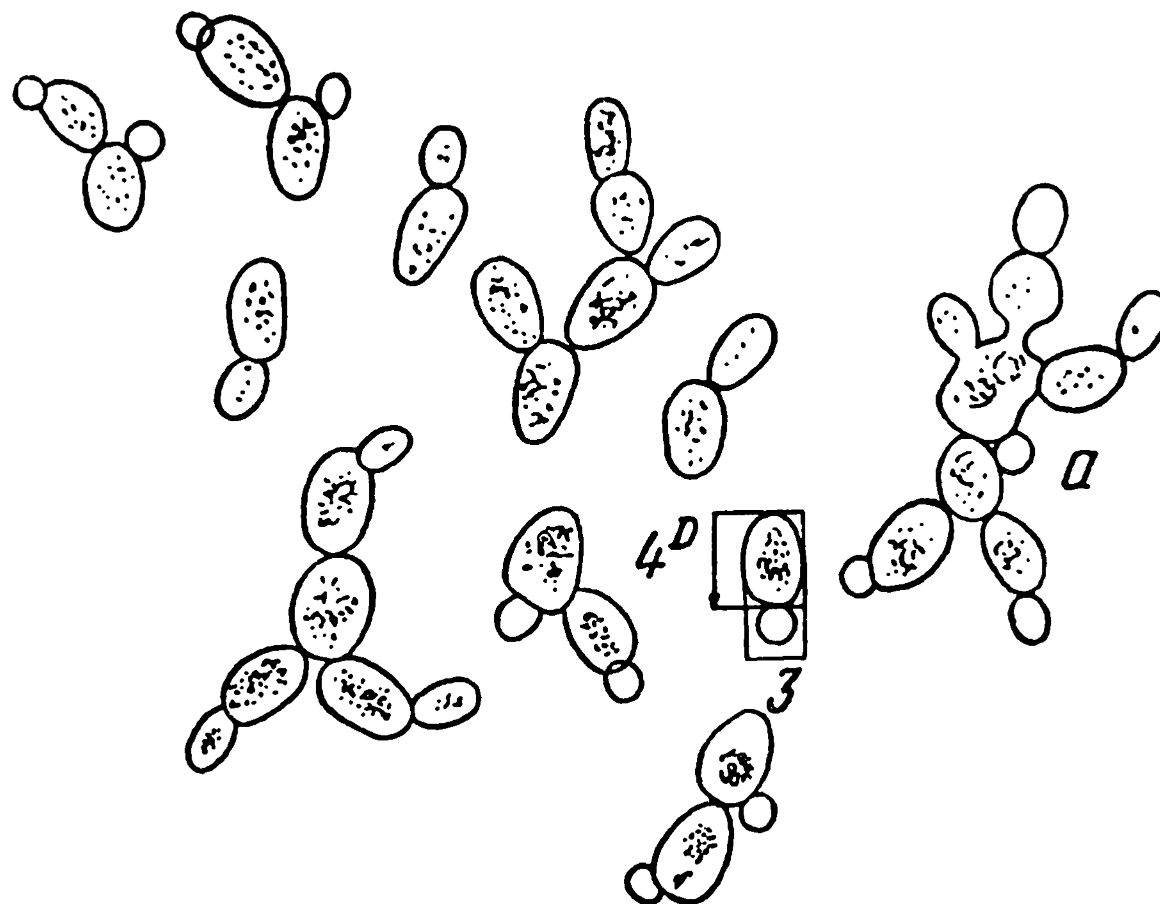


Рис. 119

обнаруживают большую аналогию с низовыми дрожжами, что вытекает, например, из сравнения этого рисунка с рис. 118 на стр. 708. Тот же факт, что они подымаются наподобие верховых дрожжей, отличает их существенно от низовых дрожжей. Увлекаемые газом, он образуют на поверхности бродящей жидкости слой, сохраняющийся и после того, как пена спадает. Часть этой дрожжевой *шапки* покрывает также и боковые стенки чана поверх уровня жидкости.

В общем, своей более правильной формой и однородностью клеточных размеров эти дрожжи отчетливо отличаются от *saccharomyces pastorianus*. С верховыми дрожжами их нельзя смешивать из-за овальных, а не круглых очертаний и из-за гораздо менее выраженной, чем у верховых дрожжей, ветвистости клеточных цепочек. Способностью подниматься они совершенно отличаются от низовых

дрожжей. Наконец, вкусом получаемого пива они отличаются от всех прочих дрожжей.

Эти дрожжи, которые я встретил случайно, могли бы быть внедрены в производство. Не имеются ли они уже и в настоящее время в производстве? Я склонен этому верить. После войны 1870 г. венские коммерсанты построили в Мэзон-Альфор близ Парижа дрожжевой завод для нужд хлебопечения. Смесь ржаной, кукурузной и ячменной муки осахаривается солодом и подвергается далее сбраживанию. Мне однажды представился случай изучить дрожжи, выпускаемые этим заводом. Хотя я не подверг их достаточно многочисленным и систематическим наблюдениям, чтобы утверждать это с полной уверенностью, но у меня составилось впечатление, что дрожжи из Мэзон-Альфор являются верховыми дрожжами, отличными от дрожжей верхнего брожения в собственном смысле этого слова, и что они обнаруживают большое сходство с верховыми дрожжами, о которых я только что говорил. Было бы интересно подтвердить предположение об их возможной идентичности путем нового исследования, и с этой целью лучше всего сравнить качество пива, приготовленного на обоих сортах этих дрожжей.

Творожистые дрожжи. Я называю *творожистыми* (причина сейчас станет ясна) дрожжи, с которыми меня опять столкнул случай. Я испытал несколько способов очистки дрожжей и в результате пришел к жидкой среде следующего состава:

Обычное пивное сусло	150,0 см^3
Насыщенный раствор кислого виннокислого калия	50,0 »
Спирта 90°	25,0 »

Эта жидкость подвергалась кипячению в моих баллонах с двумя горлышками, охлаждалась и после этого засевалась теми или иными дрожжами. После засева баллон в течение часа выдерживался на водяной бане при 50°.

Если в этих условиях имеют дело с верховыми дрожжами, например, с хорошо известными и в винокуренном производстве так называемыми *голландскими* дрожжами, то брожение обнаруживается

через несколько дней, несмотря на повышение температуры, которому подверглась эта охмеленная, слегка кислая и содержащая спирт жидкость. Время, потребное для возникновения брожения, зависит как от температуры, так и от продолжительности этого нагревания.

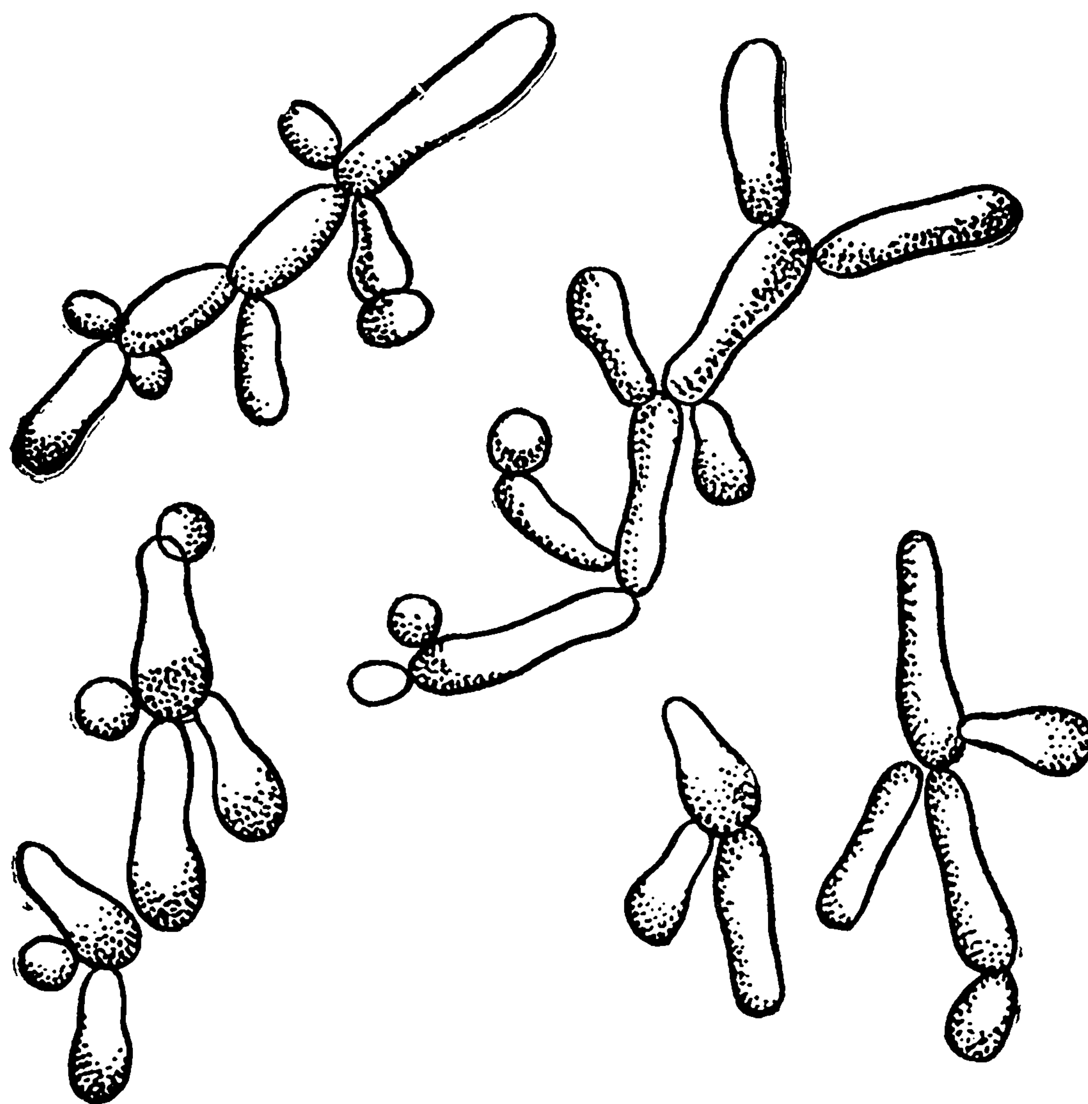


Рис. 120

Однако не в этом заключаются те обстоятельства, на которые я хочу обратить сейчас особое внимание. Гораздо более достойно внимания то, что новые дрожжи совершенно не имеют свойств верховых дрожжей, из которых голландские дрожжи как-будто исключительно и состоят, если только не принимать в расчет загрязнений, присущих продажному продукту подобного рода. Другие образцы голландских дрожжей дали тот же результат.

Рис. 120 и 121 изображают новые дрожжи при обычном для дрожжей увеличении, именно в 800 раз. Мы видим, насколько форма их отлична от формы верховых дрожжей и насколько мало им присуща шаровидная форма и свойственный верховым дрожжам способ поч-

кования. На рисунках справа перед нами общий вид этих дрожжей, слева — ветвистые группы, клеточки и членики, которые после разъединения образуют дрожжевой осадок. Таким образом, дрожжи слагаются из ветвей, состоящих из более или менее длинных члеников, образующих в местах сочленений новые подобные же членики или клетки круглой, овальной, грушевидной, цилиндрической или иной формы. Мы здесь опять сталкиваемся с общим типом *dematium*. Эти

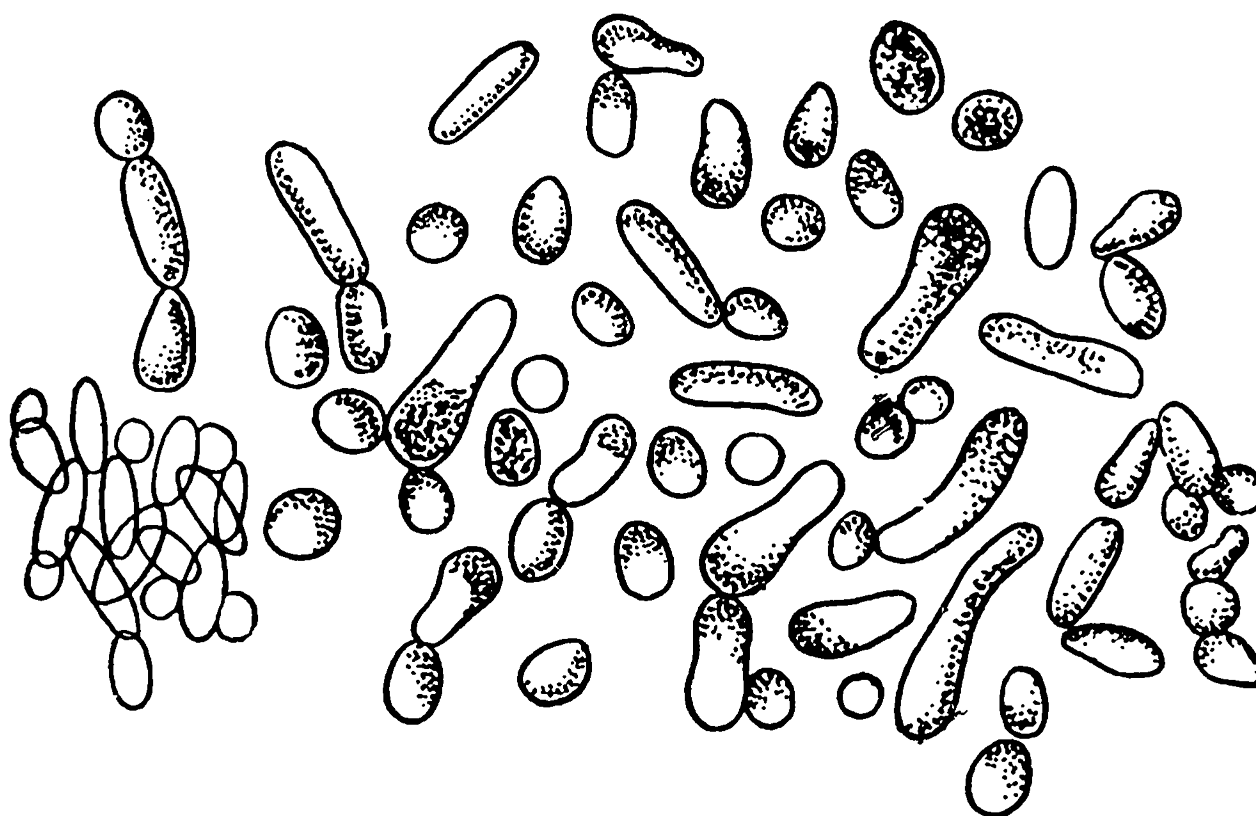


Рис. 121

шарики и членики обладают более выраженными, чем у большинства дрожжей, резкими контурами, большей просвечиваемостью и преломляемостью. Но наиболее любопытным физическим свойством этих дрожжей является их, если можно так выразиться, пластичность и эластичность. Их с трудом удается развести в воде. При встряхивании с водой они тут же падают на дно, подобно творожистому осадку; при этом вода сверху остается лишь едва заметно взмученной немногими взвешенными клеточками. Будучи сжаты под покровным стеклышком на предметном стекле, они вновь возвращаются к прежнему состоянию. По всем этим причинам я назвал их *творожистыми дрожжами*. Наконец, дрожжи эти дают особое пиво, которое нельзя смешивать с другими, известными в настоящее время сортами. Должен прибавить, что они сохраняют свои свойства при дальнейших

пересевах и что я никогда не видел, чтобы они давали обычные верховые дрожжи.

Если творожистые дрожжи высеять в минеральную, содержащую сахар среду, то их вид, форма и способ почкования будут полностью

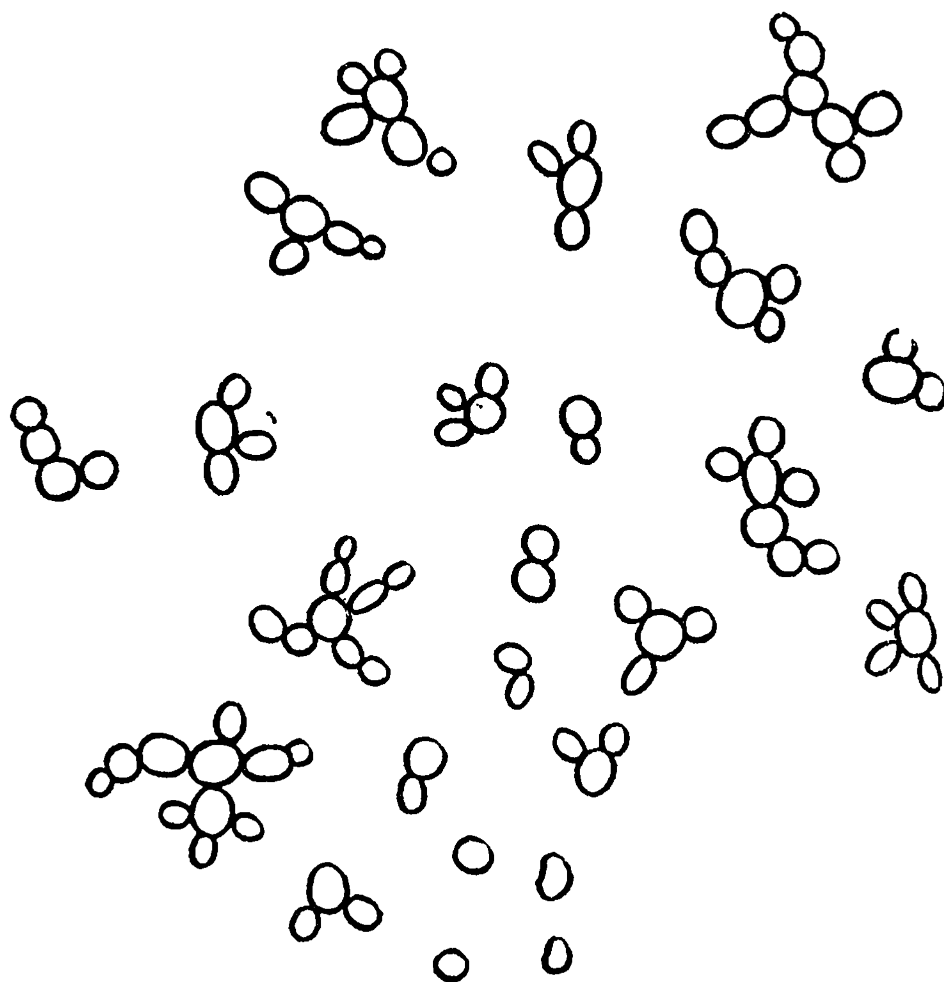


Рис. 122

отличаться от тех же свойств в какой-либо естественной среде (например, в пивном сусле), пригодной для питания и жизни дрожжей.

Рис. 122 изображает эти дрожжи в период размножения, через 48 часов после засева в минеральную среду (это был *раствор Ролена,* в котором азотнокислый аммоний был замещен кислым виннокислым аммонием). Мы видим, насколько их общий вид отличается от такового на предыдущих рисунках. Но они снова принимают прежнюю форму, как только их начинают опять выращивать в натуральном сахаристом сусле.

Верховые дрожжи одного Арденского пивоваренного завода верхнего брожения, прогретые в описанных выше условиях, также дали мне творожистые дрожжи, без всяких следов верховых дрожжей, со-

вершенно подобно тому, как это произошло с голландскими дрожжами. По-видимому, все производственные верховые дрожжи ведут себя одинаково.

Какой же вывод следует из этих фактов? По-видимому, то, что верховые дрожжи изменяются под действием нагревания в кислой и содержащей спирт среде и дают начало творожистым дрожжам. Но наравне с этим можно также предположить, что производственные верховые дрожжи, с которыми мы имели дело, содержали в качестве примеси творожистые дрожжи и что под влиянием температуры в 50° верховые дрожжи в нашей содержащей спирт жидкости погибли целиком, а творожистые дрожжи уцелели. Замечательно, что именно последняя гипотеза, кажущаяся неправдоподобной, ибо микроскоп не обнаруживает смеси дрожжей, отражает, по-видимому. истинное положение вещей. В самом деле, если в упомянутой среде нагревать в течение часа при 50° не продажные верховые дрожжи, а с о в е р ш е н н о ч и с т ы е верховые дрожжи, то они погибнут полностью, и пивное сусло после охлаждения может годами оставаться в термостате, не давая ни брожения, ни развития верховых или творожистых дрожжей. Напротив, если засеять творожистыми дрожжами ту же содержащую спирт жидкость и нагревать сосуд при 50° в течение часа, то после охлаждения творожистые дрожжи вновь регенерируют [96].

Таким образом, предположение о том, что творожистые дрожжи возникают путем превращения верховых дрожжей, оказывается неприемлемым. Мы поэтому приходим к выводу, что творожистые дрожжи в предыдущих опытах должны были возникнуть благодаря наличию клеток самих творожистых дрожжей в продажных верховых дрожжах. Этих клеток микроскоп, несомненно, в силу их

---

[96] Тем не менее не следует подвергать нагреванию в описанных условиях очень молодые творожистые дрожжи, например, когда они начинают размножаться в первые дни после засева. В этом случае они могут погибнуть, несомненно, вследствие нежности тканей. К концу брожения и даже много месяцев спустя они без ущерба переносят температуру в 50° и не погибают. Низовые дрожжи в названной среде также противостоят температуре в 50°.

небольшого количества, не в состоянии был обнаружить, но клетки эти существовали и одни только и размножались после нагревания.

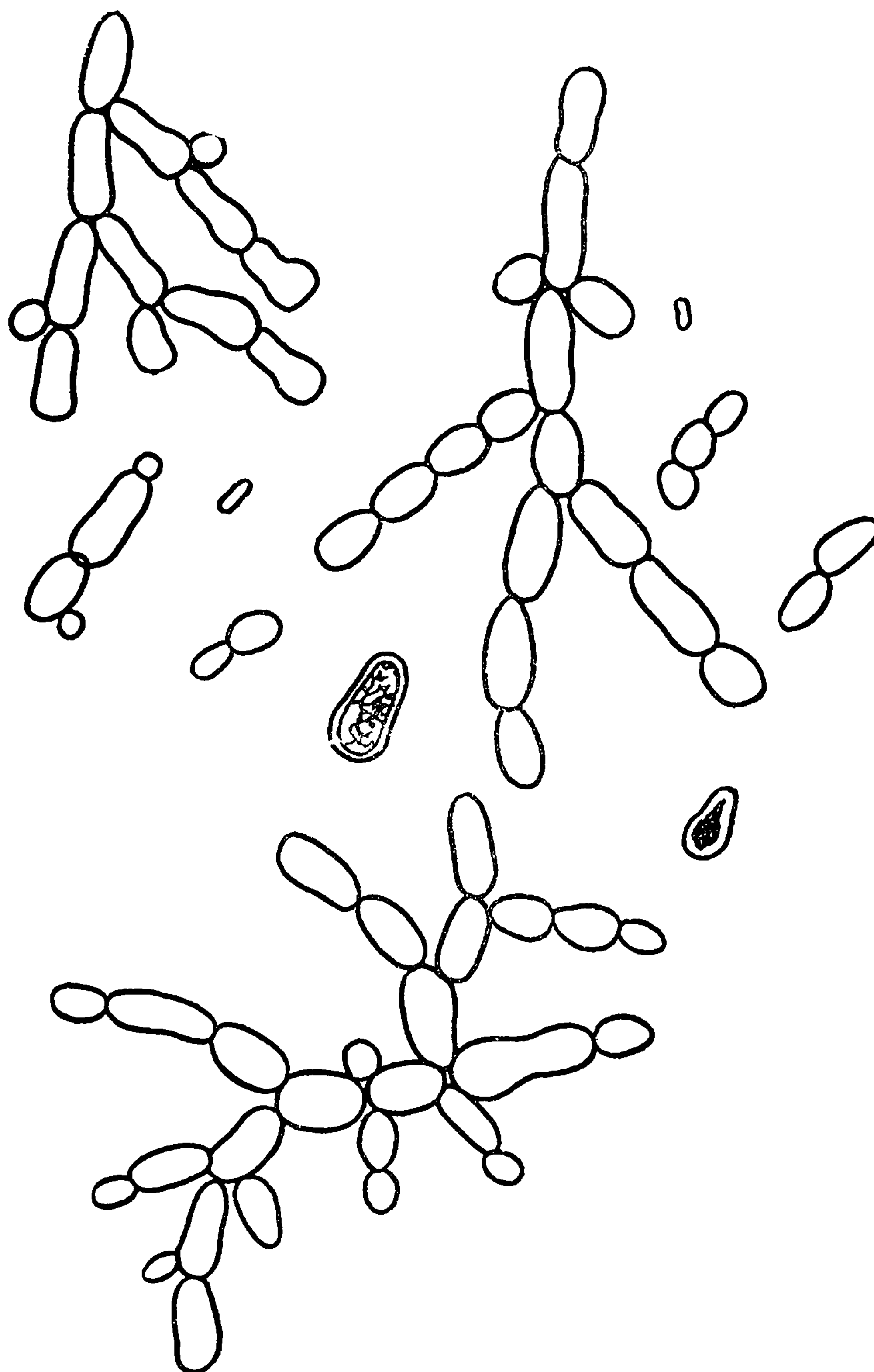


Рис. 123

Следующий факт подтверждает это заключение и, сверх того, доказывает, что творожистые дрожжи могут играть весьма существенную роль в английском пиве верхнего брожения — *пэль-эле.* Я засевал, все в ту же среду, осадок из бутылки хорошего английского *пэль-эля.* После нагревания дрожжи размножались, и я получил очень хорошие творожистые дрожжи, представленные на рис. 123.

Две затушеванные клетки являются мертвыми и неспособными к размножению. Сверх того, там же видны две мелкие клеточки молочнокислых дрожжей. Высеянные дрожжи, естественно, не были чистыми. Это, кстати, доказывает и то, что и молочнокислые дрожжи также противостоят в упомянутой среде нагреванию при температуре

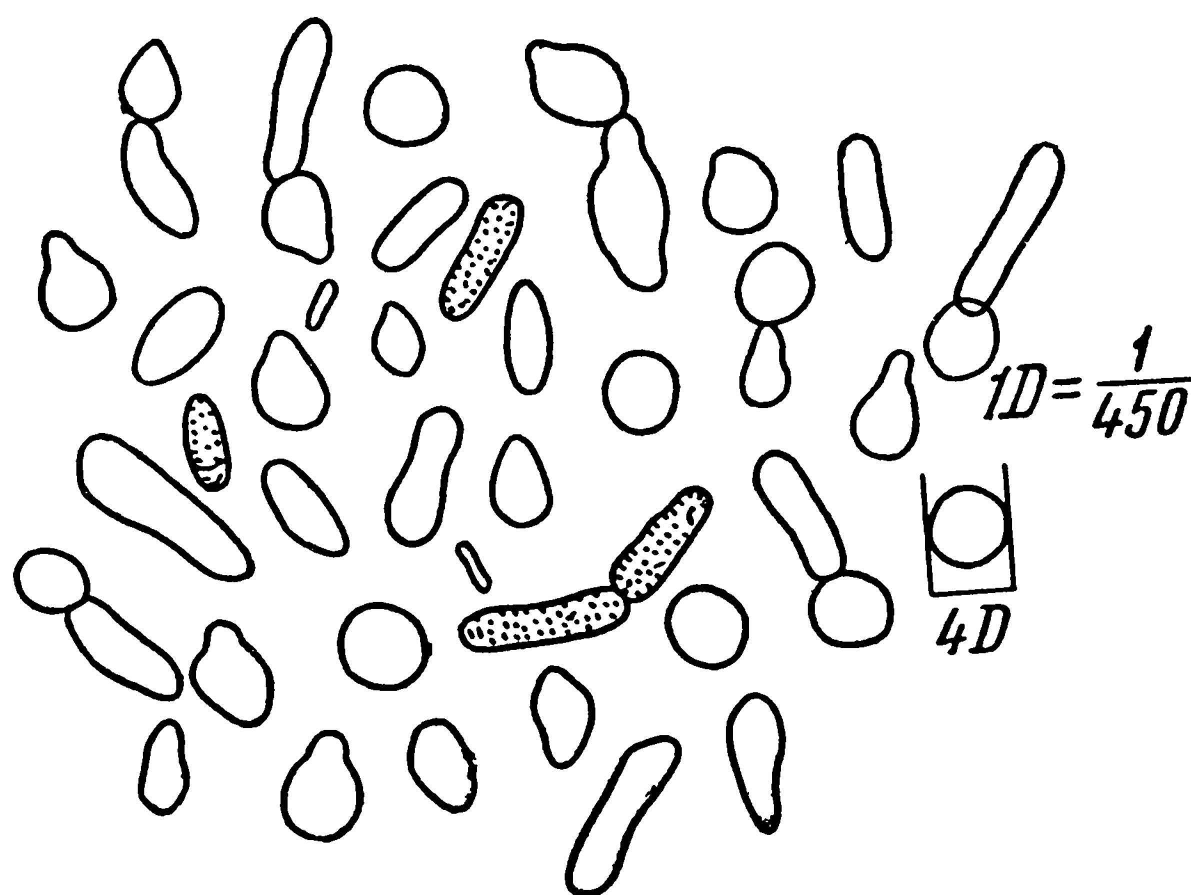


Рис. 124

в 50°. Засеянные дрожжи представлены на рис. 124 и очень напоминают некоторые формы творожистых дрожжей. Среди полупрозрачных очень молодых клеток некоторые были старыми, желтоватыми, зернистыми. Эти-то клетки, возможно, и относятся к заводским дрожжам. Однако по форме они отличаются от верховых дрожжей, в собственном смысле этого слова, и, наоборот, близки к тем из вновь образовавшихся дрожжей, которым разлитое в бутылки пиво, несомненно, обязано своим газом и пеной. Все эти данные приводят к заключению, что творожистые дрожжи входят в состав некоторых промышленных дрожжей, и именно в состав *пэль-эля* знаменитых пивоваренных заводов Бэсс и Олсоп. Творожистые дрожжи являются также верховыми дрожжами, т. е. способными подниматься.

§ 5. О новом роде дрожжей спиртового брожения. Аэробные дрожжи

Я говорил уже об исследованиях, предпринятых мной для выяснения способности *mycoderma vini,* или *цвели вина,* и *mycoderma cerevisiae,* или *цвели пива,* неизменно появляющихся на всех сброженных жидкостях, превращаться в настоящие дрожжи спиртового брожения. Результат, к которому я пришел, известен. Эти пленочные дрожжи не превращаются в настоящие дрожжи. В тех же условиях, где это превращение, казалось, имело место, образовавшиеся дрожжи возникали из зародышей, занесенных воздухом или находившихся на применявшейся посуде. Мы только констатировали, что, помимо процессов горения за счет свободного кислорода, погруженная *mycoderma vini,* вследствие продолжающейся жизнедеятельности клеток, становилась способной сбраживать сахар, но без того, чтобы при этом зарождались новые клетки.

Одновременно с этими исследованиями я продолжал и другие, посвященные обратному предположению, т. е. возможности превращения настоящих дрожжей в *mycoderma vini* или *cerevisiae.* Опыты этого рода заключались главным образом в различного рода попытках истощения дрожжей и последующей их регенерации. Истощение это достигалось либо избытком раствора сахара, либо выращиванием в лишенной сахара дрожжевой воде. Этим я пытался заставить дрожжи совершенно потерять бродильную способность. После этого я заставлял их снова развиваться в сильно аэрированных жидкостях, чтобы проследить, как проходит регенерация и не является ли их новая форма пленочной. Недеятельные в чистом водном растворе сахара и истощенные как возбудители брожения дрожжи размножались в бродильных жидкостях, содержавших основные элементы, нужные для питания дрожжей. Но при этом я всегда получал только те дрожжи и ту именно разновидность, с которой работал. Ни в одном случае не возникла ни *mycoderma vini,* ни *mycoderma cerevisiae,* и я считаю себя вправе заключить, что во всех случаях, когда *mycoderma vini* появлялась на поверхности сброженной или годной для брожения жидкости, зародыши ее либо были занесены из окружающе-

го воздуха, либо содержались в самой жидкости. И только эти-то зародыши и размножались благодаря тому, что жидкости, о которых идет речь, являются чрезвычайно благоприятными для развития микодермы.

Эти зародыши *mycoderma vini* в изобилии рассеяны в лабораториях, где производятся исследования над дрожжами спиртового брожения. Убедиться в этом чрезвычайно легко. Достаточно в подобной лаборатории открыть баллоны, из которых удален воздух [97] и которые содержат прокипяченную в момент закрытия сосудов дрожжевую воду, дрожжевую воду с сахаром, натуральное пивное сусло или какую-либо сброженную жидкость. Только в исключительных случаях некоторые открытые баллоны не дадут через несколько дней развития *mycoderma vini,* особенно, если взятие проб было сделано после встряхивания пыли, рассеянной на поверхности столов или на полу лаборатории, путем выколачивания или подметания.

Опыты, об идее которых я только что упомянул и которые имели целью выяснить возможность превращения дрожжей в микодерму, привели меня к результатам, представляющим чрезвычайный интерес и касающимся всех дрожжей спиртового брожения. Эти выводы впоследствии будут, вероятно, иметь значение для всех анаэробных ферментов. Вынужденный самими опытами сохранять дрожжи в соприкосновении с чистым воздухом совершенно чистыми в течение неопределенного, часто весьма значительного времени, я нашел, что дрожжи не погибают, по крайней мере целиком, ибо я почти всегда в состоянии был заставить их размножиться, вводя их в новую, годную для брожения жидкость. Эта регенерация дрожжей — и в этом-то заключается новый факт, достойный сугубого внимания читателя,— происходит двумя различными способами: 1) с помощью клеток, оставшихся еще живыми, 2) с помощью вновь образовавшихся клеток.

Чтобы лучше разъяснить нашу мысль, приведем пример. В одном из наших баллонов с двумя горлышками сбраживается чистое пивное

[97] Как это описано в главе IV, на стр. 604.

сусло чистыми же дрожжами. По окончании брожения я оставляю жидкость в покое, не прикасаясь больше к баллону. Сброженная жидкость покрывает кажущийся недеятельным осадок дрожжей, и со временем никаких следов *mycoderma vini* не появляется на поверхности жидкости. Предположим, что ежедневно из баллона берется проба дрожжей для засева нового баллона с пивным суслом. В новом баллоне наступает брожение. Единственное заметное различие между этими последовательными баллонами, засевавшимися через 24 часа, состоит в том, что брожение в них, при всех прочих равных условиях, возникает все менее и менее быстро. Это происходит, как я уже объяснял, оттого, что каждая дрожжевая клетка в баллоне подвергается с течением времени изменениям, которые лучше всего можно было бы сравнить с последовательным старением. Клетки постепенно наполняются аморфными зернистыми включениями, содержимое их желтеет, протоплазма собирается либо у центра, либо у краев. Короче говоря, жизнеспособность дрожжей падает. Но будучи перенесены из-под сброженной жидкости в новое сахаристое сусло, они мало-помалу становятся полупрозрачными и начинают почковаться. Явления эти в своей последовательности совершаются с тем меньшей скоростью, чем дольше клетки подвергались истощению под первой сброженной жидкостью. Если же оставить их здесь еще на более продолжительное время, то они в конце концов погибнут, что можно будет узнать по высеву дрожжей, остающемуся совершенно стерильным. Но обычно явления эти не протекают с такой точностью, как это было только что описано, и дрожжи, сохранившиеся чистыми под бродильной жидкостью, удерживают способность регенерации неопределенно долго. В самом деле, дрожжевые клетки, по крайней мере порядочное их количество, уже после брожения начинают почковаться вместо того, чтобы, оставаясь инертными, существовать за счет самих себя и подвергаться последовательному старению. Под влиянием воздуха дрожжевые клетки снова размножаются в сброженной жидкости и образуют на поверхности нечто вроде микодермальной пленки или кольца вокруг стенок сосуда на уровне жидкости. Это часто ошибочно принимается за *mycoderma vini* или *cerevisiae*.

В действительности же здесь нет ни единой клетки пленочных дрожжей. Стоит засеять в пивное сусло малейшую частичку выросшего материала, как она вызовет брожение после того, как произойдет почкование и размножение, совершенно аналогично тому, как это происходит у обычных дрожжей. Таким образом, это образование микодермального типа является, поскольку оно вызывает брожение, не чем иным, как дрожжами. Но это — дрожжи, которые в указанных выше условиях живут как плесени, поглощая кислород воздуха и выделяя углекислоту. Они появляются на поверхности всех сброженных жидкостей, особенно таких, которые, подобно пиву, содержат еще углеводы. Появляются они в тем бóльших количествах и тем быстрее, чем легче доступ воздуха. Я называю такие дрожжи *аэробными дрожжами*, или *дрожжами-плесенями*.

Легко понять, почему образования подобного рода до сих пор совершенно не были замечены. Условия нашего опыта являются новыми во многих отношениях. Никогда еще сахаристая жидкость не сбраживалась с помощью чистых дрожжей, абсолютно лишенных зародышей посторонних организмов, а сброженная жидкость никогда не подвергалась неопределенно долгому соприкосновению с чистым воздухом. С другой стороны, все сброженные жидкости обычно дают на своей поверхности приют *mycoderma vini* или *aceti* и плесеням. Появление, всегда достаточно быстрое, этих последних организмов маскировало или подавляло развитие аэробных дрожжей.

Все дрожжи спиртового брожения пригодны для воспроизведения опыта, с которым мы только что ознакомились, и все они дают настоящие *дрожжи-плесени*. Другой факт, достойный быть отмеченным, заключается в том, что эти аэробные дрожжи при своем почковании, в процессе брожения, по крайней мере внешне, воспроизводят формы исходных дрожжей. Их нельзя было бы при этих условиях отличить друг от друга, и, тем не менее, что особенно поразительно, эти два сорта дрожжей не идентичны. В самом деле, если мы имеем дело с низовыми дрожжами, то их аэробные формы физиологически отличаются от дрожжей, давших им начало, т. е. они обнаруживают особые свойства, которыми исходные низовые дрожжи вовсе не обладали. В большинстве моих опытов новые аэробные формы дрожжей

вели себя как верховые, поднимаясь на поверхность и давая пиво несколько более ароматное, нежели пиво низовых дрожжей, из которых они произошли. Наконец, признаки аэробных форм дрожжей свойственны не только первой культуре. Они наследуются. Эти свойства не исчезают и при повторных пересевах аэробных форм, и мы их снова находим в последующих генерациях *.

Тем не менее, повторяю, было бы трудно указать на достаточно ощутимые различия между формами развития клеток определенных дрожжей и клеток соответствующих им аэробных форм. Это до такой степени верно, что можно даже заставить аэробные формы *saccharomyces pastorianus* воспроизвести формы *dematium pullulans,* свойственные, как мы уже знаем, этим дрожжам в том случае, когда клетки их доводятся продолжительным старением до определенной структуры [98]. Это же вытекает из следующего примера, лишний раз доказывающего, насколько способны варьировать формы культур одного и того же организма в зависимости от изменений в составе питательной среды.

6 августа 1873 г. из баллона с пивным суслом, в котором закончилось брожение, я беру дрожжи *saccharomyces pastorianus* и едва заметным количеством их засеваю новый баллон, содержащий минеральную среду следующего состава:

---

[98] Хотя я придерживаюсь того мнения, что аэробные формы каких-либо определенных дрожжей могут быть получены с помощью особого рода превращения дрожжевых клеток, я признаю, что некоторое сомнение по этому поводу все же может сохраниться. Факты, достаточно неожиданные, вынуждают к большой осмотрительности и к постановке вопроса о том, не входят ли аэробные формы просто как примесь в состав дрожжей, дающих им начало. Это положение как будто подтверждается тем фактом, что дрожжи часто погибают, не давая возникнуть на поверхности аэробным формам. Гораздо естественнее выдвигаемая мной гипотеза, т. е. что предполагаемая смесь дрожжей вовсе не существовала. С другой стороны, если аэробные дрожжи являются настоящими дрожжами, просто примешанными к другим дрожжам, и изменение условий дает толчок их развитию, то как понять, почему аэробные дрожжи настолько схожи по виду и почкованию с дрожжами, на поверхности которых они появляются? Это сходство, напротив, становится очень естественным, если оба сорта дрожжей связаны общностью происхождения.

10% раствора тростникового сахара	150,0	см^3
Золы дрожжей	0,5	г
Кислого виннокислого аммония . . .	0,2	»
Сернокислого аммония	0,2	»

В течение следующих дней дрожжи, хоть и скудно, но начали развиваться, а брожение обнаружилось по скоплениям пузырьков на поверхности жидкости.

До 25 ноября баллон оставался в покое. В этот день обнаружилось наличие очень белого осадка дрожжей, покрывавшего оставшуюся нерастворенной дрожжевую золу, и кольцо аэробных дрожжей над уровнем жидкости. Весь сахар исчез, в жидкости оказалось 5,2 объемных процента спирта при температуре 15°. Благодаря чистоте примененных реактивов, на поверхности сброженной жидкости не было ни следов плесеней, ни *mycoderma vini* или *cerevisiae,* а внутри жидкости также не оказалось ни вибрионов, ни молочнокислых дрожжей.

Минеральные среды, кстати сказать, в такой же степени пригодны для получения идущего до конца брожения, как и натуральное сусло, что подтверждается многими примерами в настоящей работе. Дрожжи в них, несомненно, развиваются медленно и с трудом, давая, как мы видели, несколько причудливые формы, но все же они развиваются и вызывают брожение, не оставляя ни малейших следов неразложенного сахара. Это верно, по крайней мере, по отношению к *saccharomyces pastorianus,* но имеются другие дрожжи, которые в подобных средах задерживаются в своем размножении и воздействии на сахар. Одним из необходимых условий возникновения брожения в минеральной среде для *saccharomyces pastorianus* является абсолютная чистота реактивов и дрожжей. Развитие и физиологическая деятельность последних не должны угнетаться наличием других микроскопических организмов. В дальнейшем нам представится случай вернуться к этой важной детали наших культур.

Рис. 125 представляет общий вид дрожжей от 11 августа 1873 г. Мы здесь больше не в состоянии узнать *saccharomyces pastorianus.* Форма их стала, в общем, шарообразной. Имеется множество почкующихся клеток в виде пакетов, отдаленно напоминающих почкование верховых дрожжей, применяемых в пивоваренном производстве.

В *a, a, a* мы видим шарики с проросшими неправильными, недоразвитыми выростами — доказательство затрудненного почкования. Ни пивное, ни виноградное сусло, взятые в качестве питательной среды, никогда бы не дали подобных уродливых клеток.

25 ноября дрожжи снова зарисовываются; но они не отличаются существенно от дрожжей на предыдущем рисунке. Тот же общий вид,

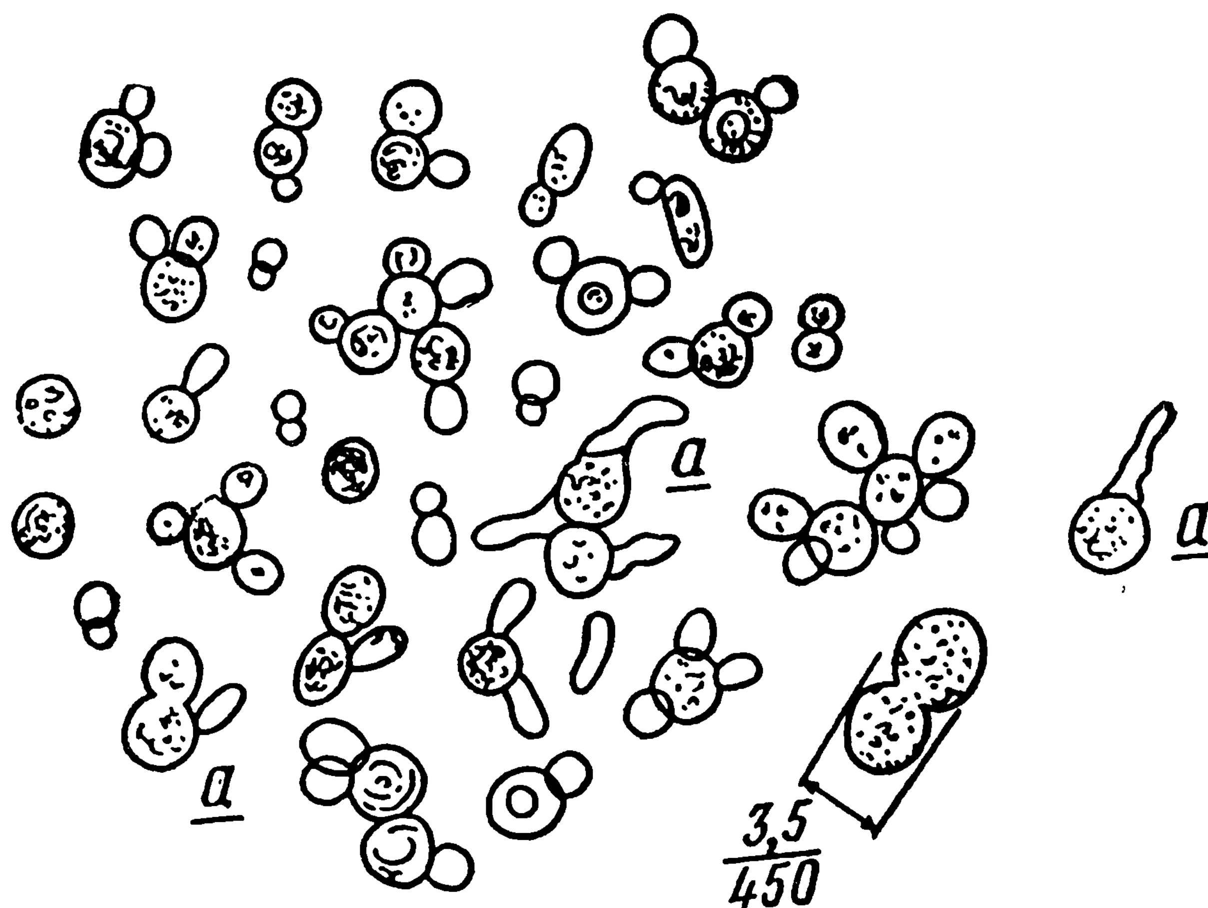


Рис. 125

то же множество шариков, соединенных по 2, 3 и более. В противоположность дрожжам, развивавшимся в натуральном сусле, здесь не наступает разъединения клеток. Кроме того, дрожжи эти весьма неправильной формы, имеются клетки всяких размеров. Их высевают в сосуд с пивным суслом. 26 ноября нет еще никакого заметного развития. 27 ноября, через 48 часов после засева, напротив, имеется уже на дне жидкости обильный белый осадок дрожжей, а брожение до такой степени уже выражено, что поверхность жидкости покрыта объемистой пеной. Какая активность регенерации и роста посевного материала, остававшегося в покое в продолжение 4-х месяцев! В этом доказательство того, что регенерация вызвана аэробными дрожжами. Только последние, существуя как плесени, не истощаются, подобно клеткам обычных дрожжей, как это произошло под минеральной

жидкостью с клетками, высеянными 6 августа. Последние, потеряв активность под раствором сахара, потребовали для своей регенерации нескольких дней. Повторяю, что скорость регенерации в предыдущем опыте доказывает, что она была вызвана клетками аэробных дрожжей.

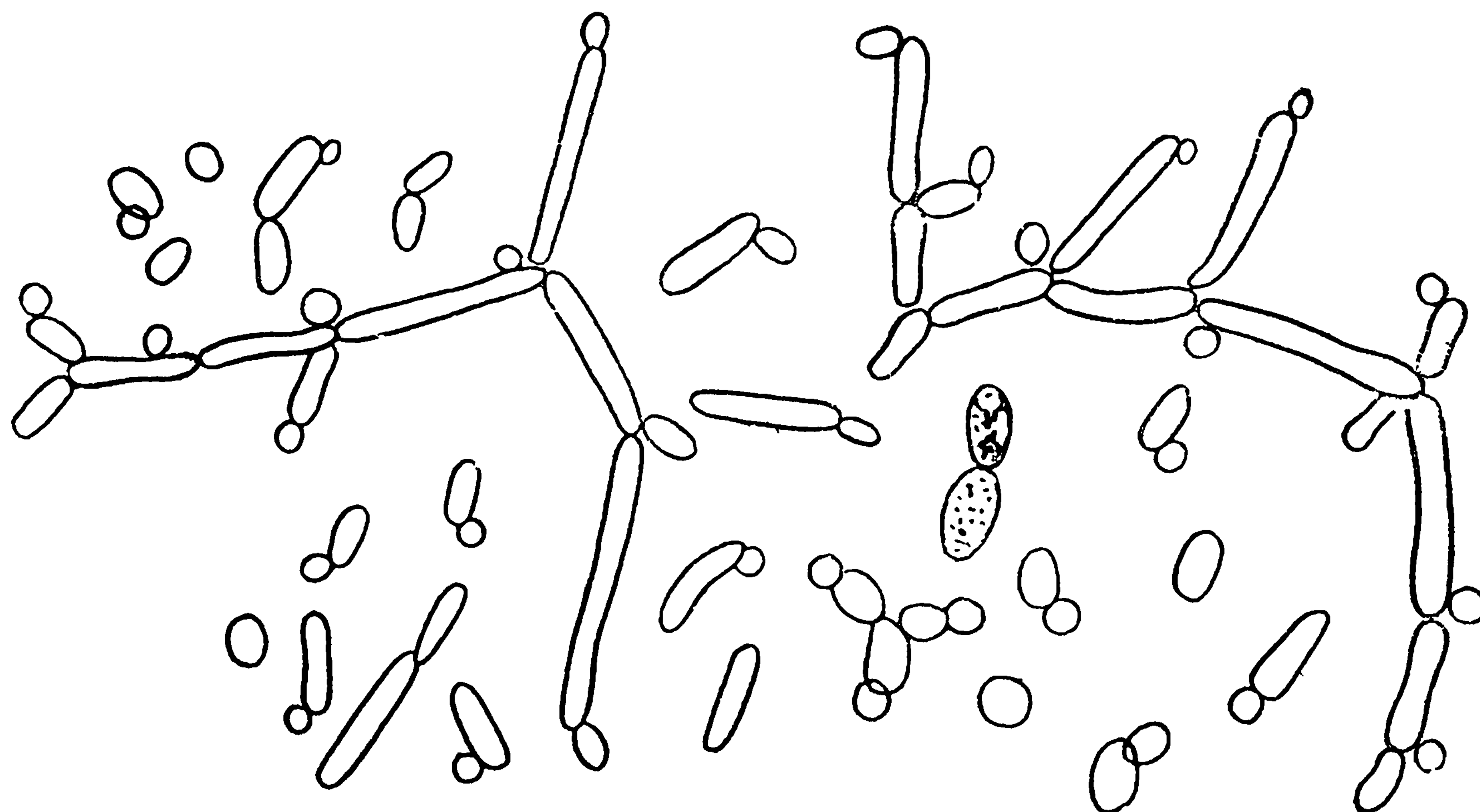


Рис. 126

Возьмем пробу со дна жидкости и зарисуем новые дрожжи (рис. 126). Поле зрения покрыто круглыми и овальными клетками, члениками, ветвистыми трубочками, почкующимися и размножающимися самыми разнообразными путями. Это напоминает полностью прорастание истощенных под сахарным раствором клеток, а также размножение по типу *dematium pullulans* у некоторых зародышей, рассеянных на поверхности сахаристых домашних плодов. Можно не уставая — так гласят записи моих первоначальных наблюдений — зарисовывать это красивое растеньице, устанавливающее четкую переходную ступень между наиболее характерными одноклеточными дрожжами *saccharomyces pastorianus* и некоторыми формами весьма распространенных плесеней, как *dematium,* и даже обычными *mucor mucedo* и *racemosus*, когда последние находятся в погруженном

состоянии и способны вызывать брожение [99]. Мы имеем здесь цепочки из трубочек с ответвлениями, состоящими из подобных же цепочек, составленных из трубок или клеток, распадающихся и почкующихся совершенно аналогично гифам и конидиям мукора.

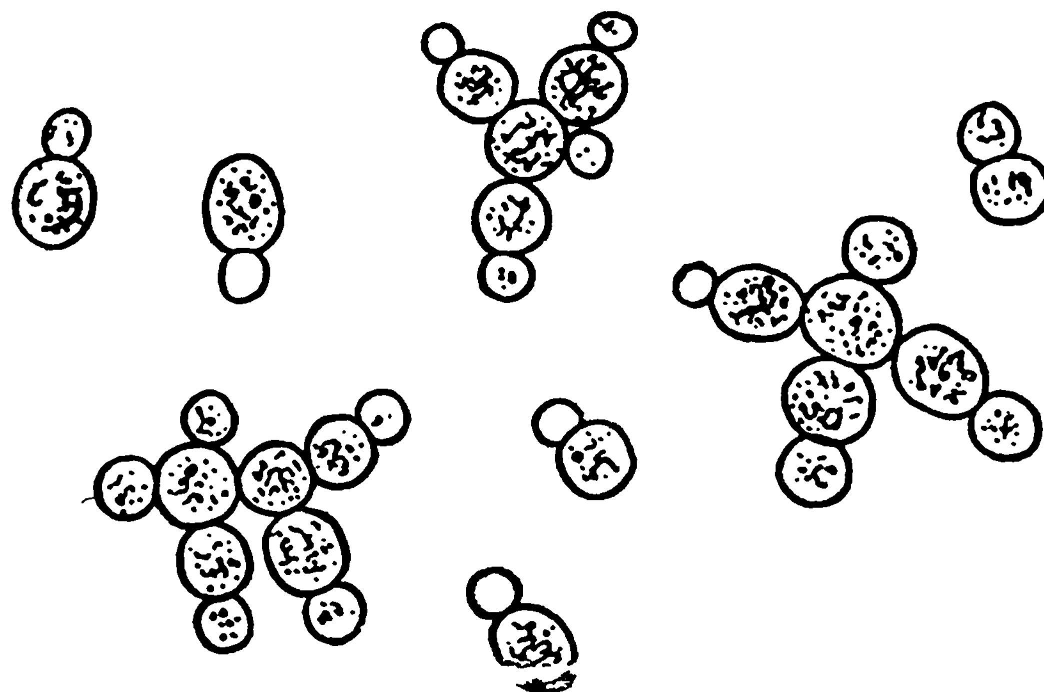


Рис. 127

Аэробные формы верховых дрожжей не обнаружили, какова бы ни была питательная среда, никаких морфологических особенностей. Подобно обычным верховым дрожжам, они имеют ту же шарообразную форму и также почкуются.

Рис. 127 изображает молодую культуру этих аэробных дрожжей. Мы видим такое же ветвистое почкование и шарообразную форму, как у настоящих *верховых дрожжей.*

Точно также и аэробные формы низовых дрожжей не показывают никаких особенностей. По форме, размерам и способу размножения они весьма приближаются к клеткам низовых дрожжей, из ко-

[99] Я подчеркиваю, что рис. 126 изображает молодые формы аэробных дрожжей *saccharomyces pastorianus*, выросших в минеральной среде. Когда аэробные формы образуются на поверхности сброженного пивного сусла, то они не представляют никаких особенностей, никаких неправильностей ни в форме, ни в развитии. При выращивании на естественном сахаристом сусле или пивном сусле они не дают, в противоположность предыдущим, форм типа *dematium.* Это объясняется тем, что в первой, гораздо более питательной среде они лучше питаются и поэтому во второй сразу переходят в формы дрожжей осадка, находящихся в стадии обычного почкования.

торых они произошли. При росте на сахарном растворе они иногда к началу размножения обнаруживают группы клеток несколько более крупных, нежели клетки, непосредственно следующие за ними.



Рис. 128

Рис. 128 изображает аэробные формы пивоваренных дрожжей нижнего брожения через 48 часов после засева. Группы, подобные *a*. очень редки, их можно видеть только в самом начале, преимущественно в первые часы размножения. Вскоре после этого клетки, происшедшие из этих групп, приобретают толщину овальных почкующихся клеток *b*.

Рис. 129 изображает аэробные творожистые дрожжи, образующиеся довольно быстро в виде толстой жирной пленки на поверхности жидкостей, сброженных творожистыми дрожжами. Более крупные клетки, как *a* и *b*, редки.

27 мая 1875 г. пивное сусло засевается частицей жирной пленки подобного рода. Эта пленка образовалась на поверхности баллона, сброженного творожистыми дрожжами год назад, в середине мая 1874 г. Брожение начинает обнаруживаться 30 мая объемистой пеной. Осадок образовавшихся дрожжей покрывает дно баллона. С помощью оттянутой трубочки берется проба и зарисовывается

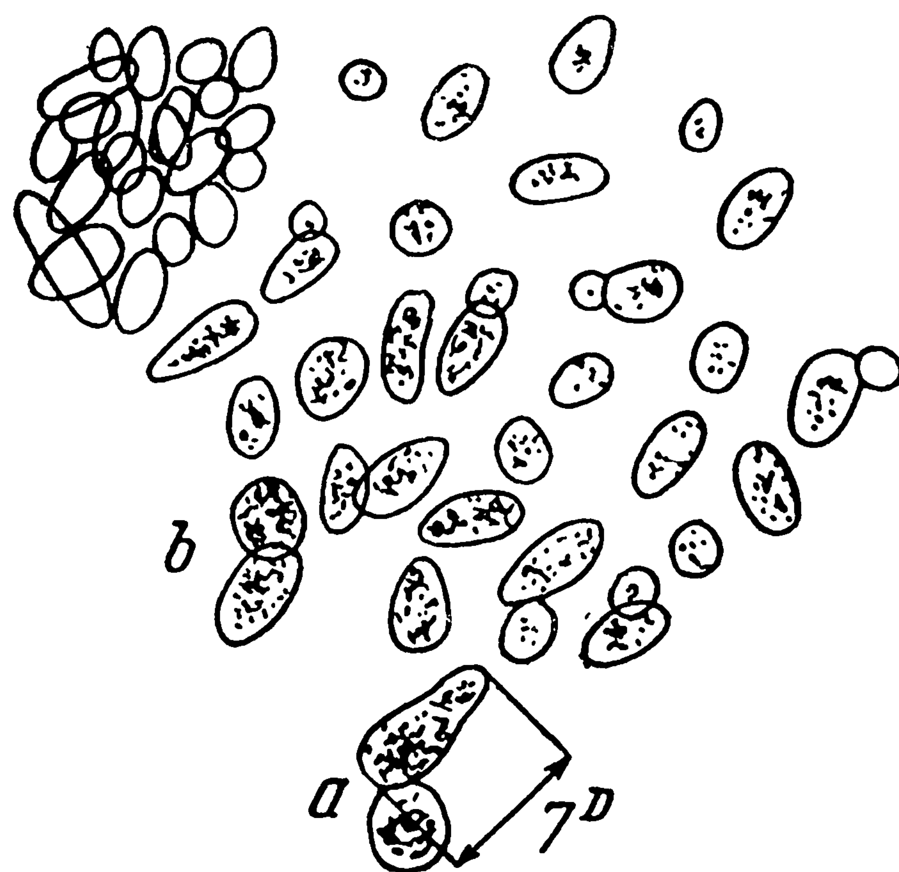


Рис. 129

(рис. 130). Среди клеток, разбросанных в поле зрения, мы видим несколько объемистых, собранных в группы клеток. Это вовсе не ка-

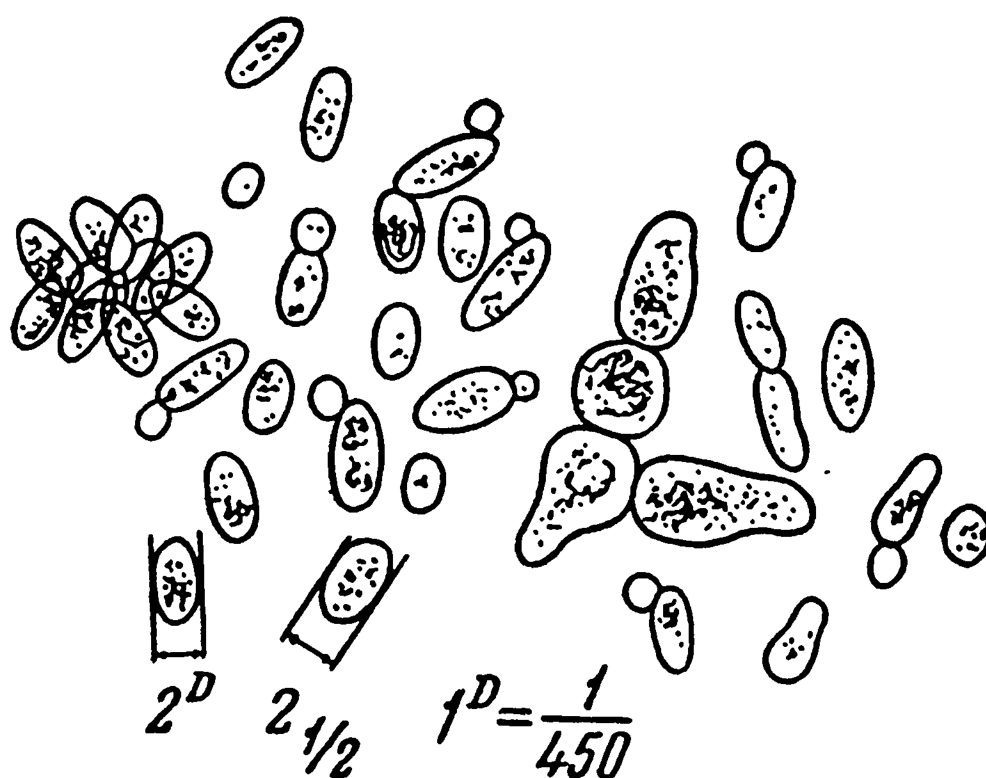


Рис. 130

кие-либо особые дрожжи, примешанные к нашим дрожжам. Это лишь новая иллюстрация того факта, что регенерирующие старые клетки, особенно если они состарились под сахарным раствором, как мы это

только что наблюдали на аэробных формах низовых дрожжей, начинают развитие с форм более объемистых или удлиненных, за которыми быстро следуют обычные формы, более тонкие, свойственные исходным дрожжам. Мы уже видели, в какой сильной степени это явление было выражено у *saccharomyces pastorianus*.

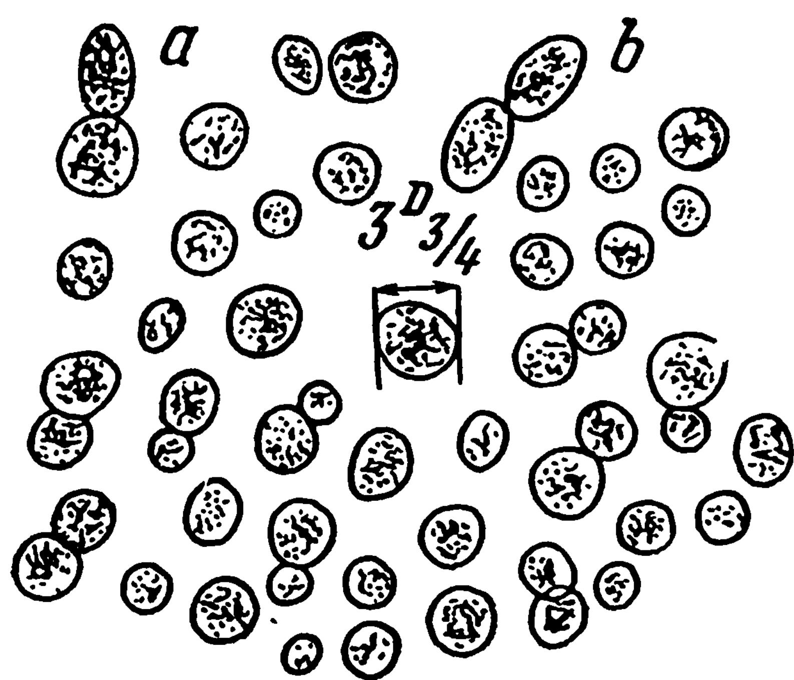


Рис. 131

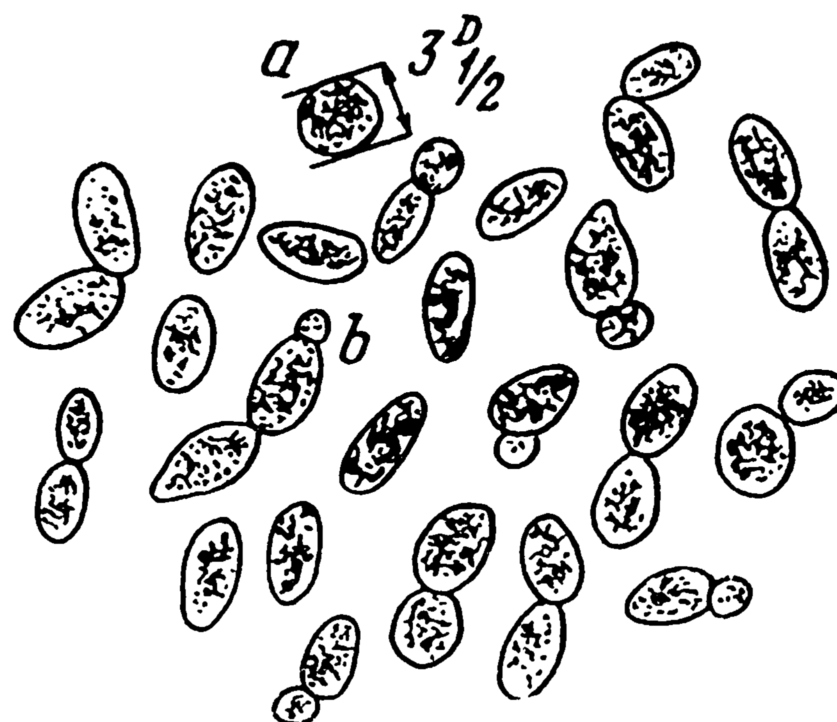


Рис. 132

Укажу еще на аэробные формы, происшедшие от дрожжей, описанных мною под названием *новых верховых дрожжей*. Рис. 131 изображает эти аэробные формы, зарисованные 27 ноября 1873 г. Эти дрожжи образовали несколько жирную и влажную пленку на поверхности сброженного пивного сусла, засеянного 21 июля. Кажется, будто имеешь дело с обычными верховыми дрожжами. Но это — ошибка. Нет ничего более различного, чем эти два сорта дрожжей.

27 ноября 1873 г. засевается следами этих дрожжей баллон с пивным суслом. 29 ноября при 25° мы имеем обильный осадок дрожжей и поверхность, всю покрытую бродильной пеной. Со дна берется проба дрожжей и зарисовывается (рис. 132). Поле зрения покрыто весьма однородными клетками, общий вид которых сходен с видом исходных дрожжей, изображенных на стр. 712.

Там и сям попадаются более толстые клетки, как *a* и *b*. Последнее опять согласуется с тем, что мы имеем дело с регенерирующими старыми клетками перед началом нового почкования.

Аэробные дрожжи отличаются друг от друга в достаточной степени, так что зачастую их можно узнать по внешнему виду, свойственному им на поверхности жидкости. Аэробные формы *saccharomyces pastorianus* образуют на поверхности жидкости у стенок сосуда кольцо из клеток, разрывающееся при малейшем встряхивании. Жизнеспособность их сохраняется в течение ряда лет.

Аэробные формы верховых дрожжей появляются в виде мелких изолированных бугорков на поверхности сброженных жидкостей. Развитие их скудное, и они быстро погибают.

Аэробные формы низовых дрожжей образуют слой, не обладающий устойчивостью. При малейшем встряхивании они падают на дно в виде мелких, неправильных кусочков, клетки которых при падении не рассеиваются в жидкости. При свободном доступе воздуха они живут долго.

Аэробные формы творожистых дрожжей дают сплошную, жирного вида пленку, со временем утолщающуюся, при встряхивании разрывающуюся на части. Эта пленка живет долго и под влиянием воздуха все более и более утолщается.

Совершенно естественно возникает вопрос: не являются ли верховые дрожжи, о которых мы говорим, именно дрожжи верхнего брожения пивоваренного производства и *новые верховые дрожжи*, о которых говорилось выше,— не являются ли они аэробными формами низовых дрожжей. Я был бы склонен поверить тому, что дрожжи, названные мною в предыдущей главе *новыми верховыми дрожжами*, могут являться аэробными формами низовых дрожжей эльзасских и немецких пивоваренных заводов. Я провел сравнительное изучение этих новых верховых дрожжей и аэробных форм низовых дрожжей. Они очень сходны по виду, почкованию, а также по вкусу и качеству образуемого ими пива. Но в отношении последнего признака я все же не обнаружил полной идентичности и потому я объединил бы их лишь с большой натяжкой.

Что касается настоящих верховых дрожжей пивоваренного производства, то точно так же по их способности подниматься на поверхность при брожении, по вкусу и аромату пива можно заключить, что они являются аэробными формами каких-то низовых дрожжей.

Трудно, однако, сказать, каковы эти последние дрожжи, где их можно найти и даже, вообще, существуют ли они в действительности.

При просмотре этих строк мне приходит мысль, которая заслуживала бы систематического экспериментального исследования. Каковы были бы свойства аэробных дрожжей, происшедших от аэробных же дрожжей? Некоторые факты как будто приводят к убеждению, что эти дрожжи должны быть не более идентичны, нежели какие-нибудь низовые дрожжи и соответствующие им аэробные формы. Если это так, то было бы весьма любопытно сравнить свойства бесконечной серии аэробных дрожжей, имеющих общее происхождение. В записях моих наблюдений я нахожу, что аэробные дрожжи 2-й генерации дали пиво, отличное от пива 1-й генерации и ароматное до такой степени, что в лаборатории, где всего только несколько литров его находилось в брожении, замечался ощутительный запах.

§ 6. Очистка продажных дрожжей

Я уже отмечал, что опыты предыдущей главы настоятельно потребовали применения дрожжей, совершенно лишенных зародышей посторонних организмов. Я также отметил, что при несоблюдении последнего условия становится невозможным проследить в течение недель, месяцев или лет за изменениями, претерпеваемыми дрожжами при соприкосновении с воздухом как в растворе сахара, так и в сброженной жидкости. Не менее необходимо, чтобы применяемое сусло само по себе тоже было лишено загрязнений и чтобы воздух, постоянно обновляющийся на поверхности жидкости, притекал всегда чистым. Последние условия осуществляются благодаря применению наших баллонов с двумя горлышками. Занятая подобными исследованиями лаборатория должна быть снабжена готовыми к употреблению баллонами, содержащими различного рода питательные среды, в которых может явиться потребность.

Неудобства, вытекающие из загрязненности дрожжей, обнаруживаются обычно не сразу. Это объясняется тем, что дрожжи, служащие посевым материалом, в сравнении с посторонними, загрязняющими их клетками, имеются в таком подавляющем количестве, что микроскопическое наблюдение не в состоянии обнаружить последние.

К тому же установлено, что преобладание одной культуры вредно отзывается на другой, имеющейся в ограниченном количестве, ибо первая овладевает в ущерб другой питательными материалами, особенно кислородом. Поэтому при засеве сахаристой жидкости продажными дрожжами кажется, что первое время развиваются одни дрожжи, и это дает повод думать, что мы работали с чистым посевным материалом. Однако так дело будет происходить, если внешние условия и среда одинаково пригодны как для культуры дрожжей, так и для загрязняющих их организмов. Ибо если эти условия больше благоприятствовали бы питанию последних организмов, то они могли бы быть обнаружены с самого начала. Это именно и происходит неизбежно, например, при замедленном размножении дрожжей. Уже после того, как посевной материал развился, т. е. когда сахаристая жидкость уже сброжена, новая жидкость, глубоко измененная брожением, становится во всех этих случаях непригодной для развития дрожжей. Тогда-то загрязняющие микроорганизмы, различные ферменты болезней, споры плесеней и пленочных дрожжей (микодерм) начинают более или менее быстро развиваться или продолжают уже начавшееся развитие. Это происходит потому, что они в составе среды и в окружающей температуре находят условия, благоприятные для существования.

Этим же объясняется быстрая порча пивных дрожжей, оставляемых в том виде, как они есть, после брожения. Эти лишенные питания клетки, все более и более затрудненная жизнедеятельность которых поддерживается лишь собственным веществом клеток, оставляют свободное поле для развития посторонних зародышей. Отсюда — быстрое гниение дрожжей, связанное всегда с размножением примешанных к ним организмов, находящих в жидкости и в самих клетках все необходимые для своего существования питательные вещества. Ничто не может служить лучшим подтверждением развиваемых мною идей, нежели изложенные в предыдущих параграфах факты. В противоположность только что сказанному, мы там видели, что чистые дрожжи, оставаясь бесконечно долго в соприкосновении с чистым воздухом, при этом не испытывали никакого гнилостного разложения, а также не обнаруживали никаких других изменений, кро-

ме тех, которые являются результатом процессов горения, свойственных живым покоящимся клеткам во влажном состоянии при их соприкосновении с кислородом.

В практике пивоваренного производства принято приступать к сливанию, как только заканчивается брожение, вернее, как только обнаруживаются определенные физические признаки, например, легкое осветление пива, обозначаемое техническим термином — *агглютинация* дрожжей, влекущее за собой оседание дрожжей. После этого собирают дрожжи, осевшие пластичной массой на дне чана. Их промывают и сохраняют под водой, в прохладном месте, с целью дальнейшего использования через 24 или 48 часов. Использование же дрожжей спустя более длительный промежуток времени, особенно летом, бывает только вынужденным. Понятно, что благодаря подобным приемам посторонние, примешанные к дрожжам зародыши не успевают ни развиться, ни размножиться. Но, хотя приемы обращения с дрожжами в производственной практике и препятствуют в известной степени развитию загрязняющих организмов, все же эти организмы в дрожжах сохраняются и, поскольку они удержались, попадают в большем или меньшем количестве в пиво, какова бы ни была достигнутая сливанием прозрачность. Но стоит появиться условиям, благоприятным для существования этих микроскопических организмов, как они развиваются и изменяют более или менее глубоко качество этого тонкого напитка.

15 декабря 1872 г. я приобрел в различных крупных кафе Парижа 9 образцов пива, происходивших из лучших пивоваренных заводов Страсбурга, Нанси, Вены, Бертона. После 24-го часового стояния все образцы были слиты декантацией, а из осадков были сделаны засевы в баллоны с чистым суслом. 2 января 1873 г. я исследовал развившиеся при 20° дрожжи, а также подверг дегустации все образцы пива. Все они имели отвратительный вкус и все обнаружили наличие возбудителей болезней пива.

Одновременно с этим для сравнения баллоны с суслом были засеяны чистыми дрожжами. Ни один из образцов пива этой серии не имел плохого вкуса, ни в одном из них не оказалось посторонних организмов, образцы пива оказались только *выдохшимися*.

При обозрении методов пивоваренного производства приходится удивляться тому состоянию относительно совершенства, которое достигнуто многолетним медленным опытом. И это — несмотря на то, что в вопросах болезней пива никогда не руководствовались строгими принципами, излагаемыми мной в данной работе. Доказательства тому даны мной в I главе.

Пиво сцеживается и отделяется от дрожжей до того, как заканчивается полностью брожение. Почему? Главным образом потому, что пиво, помещенное в бочках для хранения, должно явиться очагом последующего процесса, дополнительного брожения. Иначе оно, предоставленное полному покою, неминуемо подвергнется нападению паразитов, о которых только что шла речь. Пиво из бродильных чанов еще до наступления максимума *аттенуации* не только сливается, но, сверх того, помещается в подвалы, значительно более холодные, нежели температура брожения, хотя последняя для пива нижнего брожения и без того низка: температура в подвалах равна всего лишь 2—3°. Это, как я уже заметил в главе I, применяется также с целью подавления развития посторонних организмов.

К несчастью, с этими требованиями не вполне согласуются все те манипуляции, которым пиво подвергается в связи с торговлей. В связи с требованиями торговли приходится перевозить пиво во все времена года, а в силу нерегулярности потребления пиво помещается в подвалы пивных или лавок, где оно должно храниться в течение некоторого времени. Потребление, высокое сегодня, при повышенной температуре, может на завтра же, после дождя и холода, сделаться очень ограниченным, ибо пиво, по крайней мере в нашем климате, является напитком жаркого сезона. Отсюда — насколько возможно более длительное хранение пива в подвалах у розничных торговцев и потребителей. Хорошим изобретением является розлив пива в очень маленькие бочонки, допускающие частое возобновление запасов, отправку большой скоростью и в ночное время, а также перевозку в вагонах с двойными стенками, заполненными льдом, или хотя бы с двойным потолком, благодаря чему холодный воздух беспрерывно падает на бочонки. Все эти стеснительные полумеры в результате ограничивают торговлю пивом и делают его цену более высокой. Поэтому

исключительно важно, чтобы производство было поставлено в меньшую зависимость от микроскопических врагов, укрывающихся в пиве. Другими словами, важно, чтобы этот напиток меньше боялся условий, благоприятствующих развитию посторонних зародышей, которыми он всегда загрязнен в силу современных способов производства.

Вопрос об изменении вкуса пива заслуживает не меньшего внимания также с другой точки зрения. Мы уже знаем, что существуют различные сорта пива, соответствующие различным специальным дрожжам, придающим пиву определенный вкус, аромат, словом — все то, что делает пиво ценным в глаза потребителя. Но часто случается, главным образом в плохо содержимых пивоваренных заводах, особенно в тех, где изготовляется несколько сортов пива, что закваски представляют смесь различных дрожжей. Неудобства таких смесей дают о себе знать уже в процессе производства, но еще сильнее — в самом пиве после его изготовления. Пивовары хороших заводов нижнего брожения, производящие в зимние месяцы так называемое *лагерное* пиво, потребляемое летом вплоть до августа и сентября, сильно опасаются распространения в пиве винного привкуса. Этот винный привкус, по моим наблюдениям, вызывается главным образом примесью к производственным дрожжам *saccharomyces pastorianus* или их разновидностей, которым свойственно придавать со временем пиву отчетливый винный привкус. Если этой примеси нет,—а я имею в виду абсолютное или, если можно так выразиться, математическое отсутствие,— то выдерживаемое в подвале пиво со временем стареет и не приобретает так называемого винного привкуса.

Особенно распространен этот винный привкус в английском консервированном пиве. Хотя производственные дрожжи английского пива существенно отличаются от *saccharomyces pastorianus,* но легко убедиться в том, что в английском пиве после его изготовления образуются почти исключительно *saccharomyces pastorianus* и так называемые *творожистые* дрожжи, также придающие пиву особый привкус.

Дополнительное верхнее и нижнее брожение пива, помещенного в бочки, очень часто вызывается именно этими *saccharomyces pastorianus,* которые легко узнать по удлиненным, то более, то менее ветвистым членикам. При этом вкус пива изменяется.

Прибавлю, что вся совокупность моих исследований убедила меня в том, что верховые дрожжи, наравне с низовыми, не в состоянии превращаться в дрожжи, о которых идет речь. Во всех же случаях, когда в пиве, полученном на верховых или низовых дрожжах, развивались посторонние дрожжи, зародыши последних имелись в исходных дрожжах, но их зачастую трудно было обнаружить под микроскопом ввиду их малочисленности. Наилучшим доказательством этого может служить то наблюдение, что пиво верхнего или нижнего брожения, предоставленное самому себе в течение ряда месяцев и лет, никогда не содержит в своем осадке ничего другого, кроме дрожжей, служивших для приготовления, если только последние были чистыми. Последнее условие никогда не имеет места в отношении продажного современного пива, каким бы оно ни было и из каких бы пивоваренных заводов ни происходило. Всякое пиво со временем оказывается содержащим, помимо ферментов болезней, также и дрожжи, существенно отличающиеся от дрожжей, служащих для его изготовления, именно *saccharomyces pastorianus*. Это обстоятельство следует приписать обычной загрязненности продажных дрожжей.

В некоторых случаях смеси дрожжей следует опасаться почти в той же степени, как и ферментов болезней, даже когда последние не достигли еще широкого распространения. Я неоднократно наблюдал, как бродильная жидкость заполнялась дрожжами, абсолютно отличными от исходных. Пересевы культур, особенно производимые с тою или иной целью изменения состава бродильной жидкости, часто приводят к такого рода затруднениям. В течение долгого времени я не в состоянии был уловить значение некоторых моих опытов, так как факты, на которые я только что указывал, а также факты предыдущего параграфа ускользали от меня. Незнание же их оказало большое влияние на мои исследования, затруднив последние и сделав их длительными. Когда эта работа появится в свет, пройдет не менее пяти лет со времени начала моих исследований, и я сознаю лучше кого-либо другого, что мог бы посвятить им еще много времени. Но, как говорит Лавуазье, мы никогда ничего не дали бы обществу, если бы хотели дожидаться конца своей деятельности. Этот конец отодвигается все дальше, по мере того, как мы умножаем попытки приблизиться к нему.

Предшествующие наблюдения доказывают исключительную важность применения чистых заквасок. Последнее важно для получения пива, свободного от привкуса, при пользовании методами, принятыми в настоящее время в пивоварении. Это также важно для получения пива хорошей выдержки, менее подверженного порче, менее зависящего от обстоятельств, связанных с современной торговлей, и без ущерба переносящего те условия, которые благоприятствуют развитию посторонних дрожжей и возбудителей болезней пива.

В случае наличия смеси дрожжей спиртового брожения можно иногда воспользоваться для их разделения неодинаковой способностью развития в применяемых для культивирования средах.

17 декабря 1872 г. я приготовил из продажных голландских дрожжей пылеобразную смесь с гипсом, как это было указано в § 6 главы III. Голландские дрожжи являются дрожжами верхнего брожения.

Образцом этой смеси 25 июля 1873 г. был засеян баллон с чистым пивным суслом. Начиная с 27 июля на поверхности жидкости стали показываться островки пузырьков газа. 2 августа брожение было закончено. Дрожжи, обследованные под микроскопом, *казались чистыми* и состояли из шаровидных клеток, свойственных хорошим верховым дрожжам. Сброженная жидкость была со всеми предосторожностями слита. В баллоне же был почти целиком оставлен дрожжевой осадок и только 1—2 см^3 пива.

15 ноября дрожжи при новом обследовании опять оказались чистыми и состоящими все еще из круглых клеток верховых дрожжей. Они имели вид сильно постаревших клеток с явными двойными контурами и зернистым содержимым, неправильно собранным у центра. Таковы признаки мертвых клеток, но возможно, что в массе их имелись и живые клетки. Чтобы убедиться в этом, я перенес пробу этих дрожжей в колбу с чистым суслом. 19 ноября на поверхности жидкости появилось немного бродильной пены. Я исследовал дрожжи и убедился, что это уже вовсе не верховые дрожжи, но мелкие, довольно неправильные дрожжи с преобладанием члеников, характерных для последовательных пересевов *saccharomyces pastorianus*. Нет надобности останавливаться на мнении, что мы имеем дело с превращением одних дрожжей в другие. Эти факты можно объяснить гораздо проще.

Примененные голландские дрожжи были, вероятно, нечистыми и содержали следы посторонних дрожжей, именно *saccharomyces pastorianus*. Превращенные 17 декабря 1872 г. с помощью гипсового порошка в сухую пыль клетки двух или более сортов дрожжей, составлявших эту пыль, сохранили свою жизнеспособность, проявившуюся еще 25 июля 1873 г. При дальнейшем выращивании в пивном сусле они размножились. Дрожжи *saccharomyces pastorianus* регенерировали, но относительное количество их, по сравнению с верховыми голландскими дрожжами, осталось таким незначительным, что микроскопическими наблюдениями от 2 августа при декантации сосуда они не были обнаружены. В промежутке от 2 августа до 15 ноября верховые дрожжи целиком погибли, клетки же *saccharomyces pastorianus*, напротив, сохранили свою жизнеспособность и только одни и размножились в баллоне с суслом, засеянном 15 ноября. Это один из примеров разделения дрожжей спиртового брожения, являющегося следствием неодинаковой стойкости, иногда проявляемой ими в особых условиях.

Можно также заключить, что если бы 2 августа 1873 г. пиво было приготовлено на одних только верховых дрожжах, которые, казалось, развились и были чистыми, то это пиво, раз приготовленное и сохраненное в бочках или бутылках, не преминуло бы подвергнуться дополнительному брожению вследствие развития *saccharomyces pastorianus*.

Другим примером очистки подобного рода могут служить различные дрожжи виноградного сока. В виноградном сусле в начале брожения постоянно появляются дрожжи *apiculatus*, к которым впоследствии присоединяются в большей или меньшей степени *saccharomyces pastorianus*. В присутствии последних развитие *apiculatus* быстро приостанавливается. *Saccharomyces pastorianus*, в свою очередь, мало-помалу уступают место дрожжам, которые я назвал *обычными дрожжами вина*, а Реес — *saccharomyces ellipsoideus*. По поводу этих изменений в соотношении дрожжей вина можно обратиться к сообщению, опубликованному мной в 1862 г. в Bulletin de la Société chimique *. Эти различные дрожжи, таким образом, мешают друг другу. Если бы дрожжи *saccharomyces apiculatus* находились одни, то они размножились бы сильнее, и в этом случае виноградное сусло было бы сбраже-

но ими одними. Последнее, как я уже отметил, достигается фильтрованием сусла.

Из сказанного следует, что ко времени первой переливки вина, называемой в Юре *переливанием в бочки* существенной составной частью дрожжевого осадка в выжимках сброженного винограда является *saccharomyces ellipsoideus,* и в осадке с трудом можно

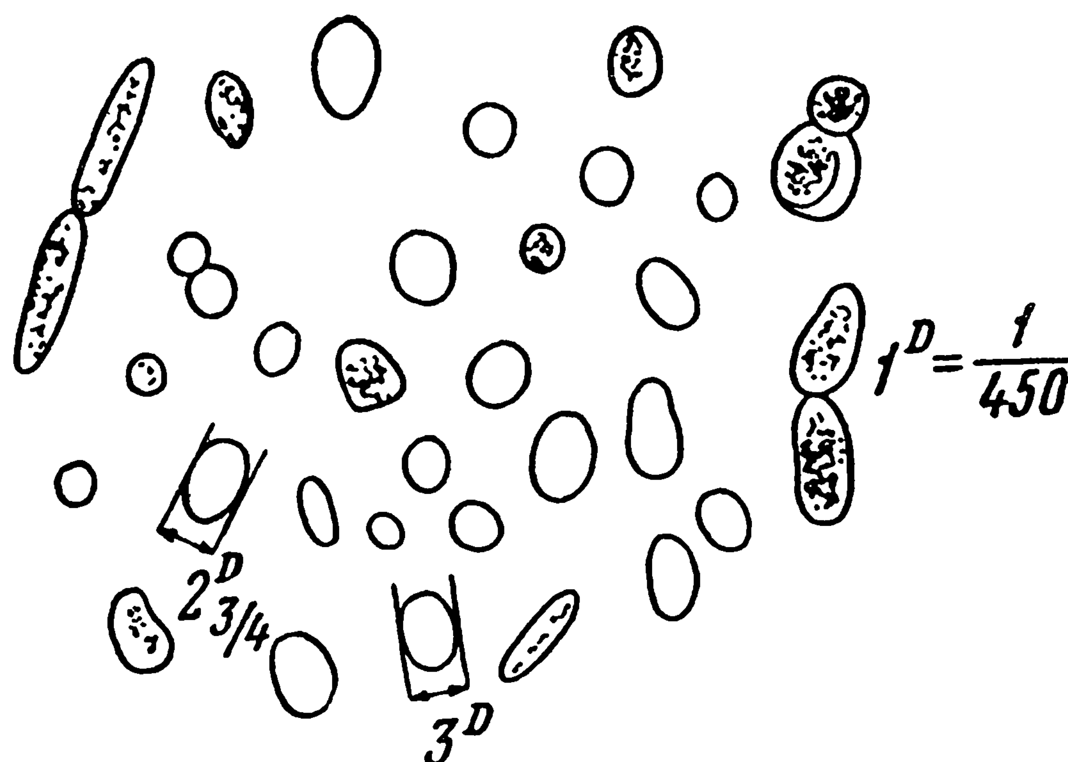


Рис. 133

отыскать с помощью микроскопа клетки дрожжей *apiculatus*, так как последние теряются среди бесконечного множества клеток других дрожжей [100].

20 января 1875 г. из Арбуа мне были доставлены винные дрожжи, взятые из большой бочки с вином предыдущего сбора урожая, перелитым 18 января. Дрожжи имели весьма неправильную форму и состояли из очень старых, желтоватых, наполненных зернистыми включениями клеток, среди которых имелось некоторое количество слегка удлиненных члеников, принадлежащих, вероятно, дрожжам *saccharo-*

[100] У меня есть основания думать, что соотношение клеток этих дрожжей находится в сильной зависимости от климатических условий, предшествовавших сбору винограда, от состояния сухости и влажности, от температуры в момент сбора винограда, а также от природы виноградной лозы.

myces pastorianus. Остальные клетки были просвечивающими и казались молодыми. Смесь этих дрожжей показана на рис. 133. При тщательных поисках, несомненно, были бы найдены также и клетки *saccharomyces apiculatus*.

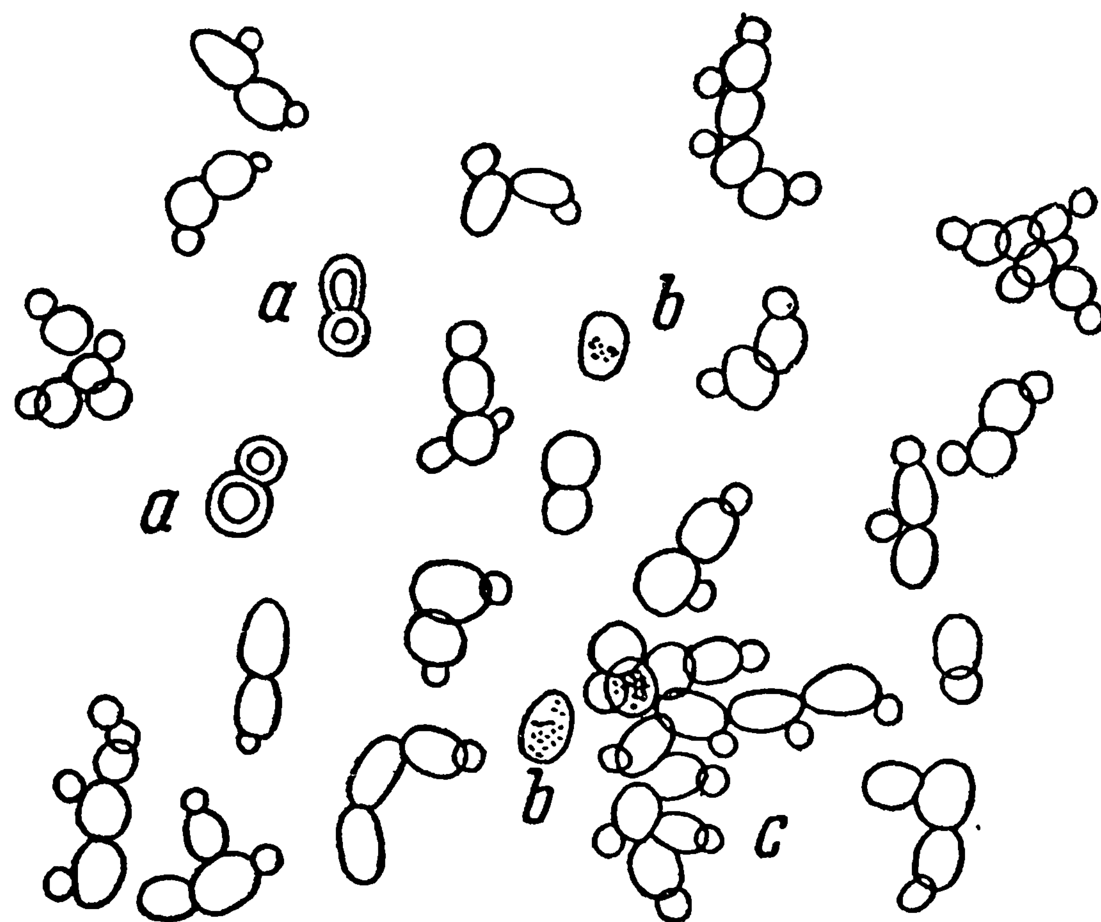


Рис. 134

Образец этих неочищенных дрожжей был 21 января засеян в баллон с раствором сахара. 24-го жидкость декантацией сливается, а к осадку снова прибавляется сахарная вода. Внешняя температура равна 12°. 27-го из осадка берется проба и переносится в колбу с пивным суслом. В следующие дни дрожжи развиваются и вызывают брожение, но среди развившихся клеток отсутствуют как крупные дрожжи плодов, так и более мелкие дрожжи, изображенные на рис. 107, стр. 682. Таким образом, дрожжи *saccharomyces pastorianus*, имевшиеся в посевном материале в виде старых зернистых удлиненных клеток, не регенировали. Опасаясь, что полученный результат можно было приписать недостаточному истощению, длившемуся всего только несколько дней, я выдержал баллон с раствором сахара при 25° до 20 февраля. В этот же день проба дрожжей была высеяна в пивное сусло. На следующий день обнаружено довольно явственное развитие, но под микроскопом дрожжи *saccharomyces pastorianus* больше

не наблюдались; не появились они также и при последующих пересевах.

Полученные дрожжи изображены на рис. 134. Они, очевидно, происходят от прозрачных клеток рис. 133, принадлежавших обычным винным дрожжам *saccharomyces ellipsoideus.* Это опять пример естественного отделения одних дрожжей от других, благодаря отмиранию или громадной разнице в скорости регенерации.

Эти дрожжи (рис. 134) я выращивал в пивном сусле в довольно большом масштабе. Они дали специфическое винное пиво, настоящее *ячменное вино.* Это, кстати сказать, является доказательством того, что вкус и качество обычного вина определенно зависят в значительной степени от характера дрожжей, развивающихся при брожении виноградного сока. Следует думать, что если бы мы одно и то же виноградное сусло подвергли действию различных дрожжей, то мы получили бы вина различных сортов. С точки зрения практического использования необходимо предпринять в этом направлении новые исследования. Методы культивирования и обработки дрожжей, изложенные в настоящей работе, могли бы дать ценные указания для такого рода исследований.

Очистка дрожжей может быть произведена различными способами, в зависимости от того, имеют ли дело со смесью дрожжей или же ставят себе основной целью удаление ферментов болезней, например, зародышей вибрионов, ферментов молочнокислого брожения, нитевидных дрожжей скисания, *mycoderma aceti* или *mycoderma vini.*

Один из удобных способов состоит в засеве дрожжей в 10%-ный раствор сахара, предварительно прокипяченный и сохранявшийся после охлаждения в неоднократно мною описанных колбах с двумя горлышками. Раствор сахарной воды является средой, сильно истощающей как самые дрожжи, так и примешанные к ним организмы. В нем погибает множество клеток, и поэтому имеется много шансов за то, что посторонние зародыши, относительно редкие, по сравнению с огромным количеством дрожжевых клеток, окажутся либо среди погибших, либо среди достаточно состарившихся. Таким образом, при высеве уже истощенных дрожжей в пивное сусло разовьются только уцелевшие молодые клетки.

Прибавление небольшого количества кислоты к раствору сахара, например, 0,001—0,002 винной кислоты, часто облегчает уничтожение загрязняющих зародышей.

Mycoderma aceti и *vini*, не находя в растворе сахара нужных питательных веществ, довольно быстро исчезают при повторных чередующихся пересевах в сахарную воду и в сусло.

Как я уже в другом месте указывал, вместо баллонов можно использовать плоские кюветы, покрытые лишь стеклянными пластинками. В них дрожжи культивируются на пивном сусле после того, как они более или менее долго пробыли в сахарной воде. Преимущество подобной очистки заключается главным образом в том, что сусло хорошо аэрируется. Опыт показывает, что важнейшие ферменты болезней пива в такой же мере подавляются в своем развитии избытком воздуха, в какой его отсутствие является для них благоприятным, между тем как для дрожжей спиртового брожения имеет место обратное соотношение. Именно поэтому при работе с продажными, всегда загрязненными дрожжами нельзя никогда удачно осуществить получение пива в закрытых сосудах. И это действительно не удавалось, несмотря на частые попытки. Этот метод в гораздо большей степени, чем современные принятые методы, требует применения чистых дрожжей. При выращивании дрожжей в плоской кювете активируется, таким образом, размножение дрожжей спиртового брожения; большинство же ферментов болезней подавляется, за исключением, однако, микодерм. Но от последних, по сравнению со всеми возбудителями болезней, довольно легко избавиться повторными пересевами, до того, как они успевают появиться. Тем не менее, баллоны с двумя горлышками, хорошо аэрируемые вначале, предпочтительнее кювет, так как они полностью предохраняют от рассеянных в окружающем воздухе загрязняющих зародышей, а также от зародышей *saccharomyces pastorianus*.

Другой способ очистки подсказан любопытными результатами, о которых уже говорилось и которые наблюдались при засеве дрожжей в пивное сусло с прибавлением кислого виннокислого калия и спирта. Опыт показывает, что многие возбудители болезней с трудом выносят повторное культивирование в пивном сусле, к которому

прибавлено 1,5% винной кислоты и 2—3% спирта. Но эта же среда пригодна и для *saccharomyces pastorianus;* поэтому необходимо всегда убедиться в том, что последний организм ненароком не очутился на месте тех дрожжей, которые подвергаются очистке.

Выращивание при очень низкой температуре весьма благоприятствует удалению всех посторонних дрожжей из низовых дрожжей; поэтому следует прибегать к этому методу, когда дело идет об очистке низовых дрожжей.

Более быстрый, возможно, способ очистки, хотя по некоторым соображениям и не предпочтительный, заключается в применении фенола. Подлежащие очистке дрожжи выращиваются в сусле, к которому на 100 см^3 прибавлено 10—12 капель 10%-ного водного раствора фенола (карболовой кислоты). Действие фенола, к которому вначале всегда присоединяется действие кислорода воздуха, сказывается в подавлении жизнеспособности большинства засеянных клеток, а заодно и тех дрожжевых клеток, в сохранении которых мы заинтересованы. Но среди множества клеток, подвергающихся вредному действию фенола, имеются в относительно большом количестве наиболее редкие клетки загрязняющих организмов. Если фенол их и не убивает, то он все же значительно замедляет их развитие. Поэтому дрожжевые клетки, всегда обильно размножающиеся — ибо брожение при небольших количествах прибавленного фенола все же имеет место,— вытесняют мало-помалу при последующих пересевах посторонние зародыши.

С помощью этих различных искусственных приемов, применяемых отдельно или в комбинации друг с другом, удается, обычно, получить дрожжи в очень чистом виде. Излишне добавлять, что для очистки хорошо пользоваться образцами, по возможности также более чистыми. Для такого отбора лучшим средством является микроскоп, но этого недостаточно. Можно прийти к крупным ошибкам, если судить о чистоте дрожжей только по результатам микроскопического исследования.

Наилучшим способом проверки чистоты дрожжей является приготовление на них пива в одном из наших баллонов с двумя горлышками. Этот баллон после брожения должен быть выдержан при

20—25°. Если пиво, спустя несколько недель, не становится мутным, если оно не зацветает, если его осадок под микроскопом оказывается чистым, если, наконец, при дегустации оно соответствует требованиям,— тогда только можно быть вполне уверенным в чистоте примененных дрожжей.

К сожалению, никогда нельзя быть уверенным в том, что дрожжи не подверглись какому-либо изменению в процессе самой очистки. Необходимо поэтому подвергнуть их испытанию и выяснить, соответствует ли вкус полученного пива требуемому, т. е. вкусу того именно пива, откуда были взяты подвергнутые очистке дрожжи. Вот что случилось в 1875 г. на большом пивоваренном заводе Туртеля в Тантонвилле, в одной из серий производственных опытов, поставленных в связи с предложенным мной новым способом приготовления пива. Я очищал с помощью повторных культур и прибавления нескольких капель фенола дрожжи указанного выше пивоваренного завода и получил в результате дрожжи безупречной чистоты. Эти дрожжи неоднократно выращивались на заводе в течение лета 1875 г. в 6—10 гл сусла при каждом опыте. Соответствующее пиво отличалось стойким дрожжевым привкусом и дефективным оседанием дрожжей, но обладало исключительной стойкостью благодаря чистоте дрожжей. Пиво, действительно, выдержало перевозку малой скоростью за сто лье в обычных бочках емкостью в 50—100 л и сохранилось в течение сильной жары июня и июля и, сверх того, еще два месяца в подвале, при колебаниях температуры от 12 до 18°. Температура брожения была 13°. В этом же подвале заводское пиво, приготовленное на том же сусле обычным способом, не выдерживало и трех недель.

Чем же объяснить только что описанный случай? Возможно, что при манипуляциях по очистке основные дрожжи были вытеснены какими-то другими. Продажные дрожжи, которые вполне удовлетворяют пивовара-производственника, содержат очень часто различные расы дрожжей, вполне или почти вполне сохраняющие свои количественные соотношения благодаря однообразию условий производства. Но эти же соотношения могут, напротив, сильно измениться, как только произойдет глубокое изменение в условиях выращивания дрожжей.

ГЛАВА VI

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ БРОЖЕНИЯ

§ 1. Отношение дрожжей к кислороду

Беспрерывно сокращать количество неразгаданных явлений — в этом основная задача науки. Мясистые плоды противостоят сбраживанию, пока не повреждена их кожица. Они, напротив, быстро сбраживаются, если сложить их в более или менее открытые кучи или погрузить их в собственный сахаристый сок. Такая масса нагревается, вспучивается; при этом выделяется углекислота, сахар исчезает и заменяется спиртом. Чем объясняются эти самопроизвольные явления, настолько же странные, насколько и полезные, ибо человек использует их в своих целях? Мы знаем теперь, что брожение является результатом развития в сахарных соках растительных клеток, зародыши которых находятся вне плодов. Существует много видов этих одноклеточных растений и каждому из них соответствует специфическое брожение. Основные продукты этих брожений, хотя и сходные по своей природе, отличаются по своим количественным соотношениям и по сопровождающим их побочным продуктам, что, при прочих равных условиях, влечет за собой широкое варьирование качества и коммерческой ценности алкогольных напитков.

Если открытие дрожжей и их живой природы, если знакомство с их происхождением открывает тайну самопроизвольного брожения естественных сахаристых соков, то следует ли перестать видеть в этих брожениях реакции, необъяснимые обычными законами химии?

Легко убедиться в том, что процессы брожения заслуживают особого места среди множества химических и биологических явлений.

Образ жизни этих маленьких растений, объединенных родовым названием дрожжей, придает процессам брожения исключительные свойства, о которых мы едва только начинаем догадываться. Этот образ жизни существенно отличается от образа жизни других растений, и им обусловлены равным образом необычные явления среди тех, которые открывает нам химия живых организмов.

Уже самое беглое размышление наводит нас на мысль, что дрожжи спиртового брожения должны обладать способностью расти и размножаться при отсутствии воздуха. Рассмотрим, например, практику сбора винограда в Юре. Виноград складывают на краю виноградника в чан, где с него снимают ягоды. После того как ягодами, частью нетронутыми, частью поврежденными и смоченными вытекающим соком, наполняют чан, его содержимое с помощью бочек переносят в фудры (большие бочки), помещенные в глубокие подвалы. Фудры заполняют до $^3/_4$ их емкости. Брожение в них быстро наступает, углекислый газ выходит через отверстие шпунта диаметром не более 10—12 см у самых больших фудров. Вино переливают не раньше, чем через 2—3 месяца. Разве не кажется правдоподобным, что дрожжи, давшие вино в подобных условиях, должны были развиться, по крайней мере большей частью, без доступа кислорода? Несомненно, кислород в самом начале не вполне отсутствовал, и это даже необходимо для наступления последующих процессов. Ягоды, срываемые с гроздей, соприкасаются с воздухом, и сок, истекающий из ягод, частично растворяет в себе этот газ. Это небольшое количество воздуха, увлекаемое соком в самом начале, играет незаменимую роль. Именно благодаря наличию этого воздуха споры дрожжей, рассеянные на поверхности ягод и на древесине гроздей, получают возможность начать свое развитие [101]. Однако этот воздух, особенно когда ягоды снимаются с гроздей, имеется в очень небольшом количестве, а воздух,

[101] В практике замечено, что брожение идет лучше, если ягоды с гроздей не обрываются. Объяснение этого факта нам пока не известно. Не сомневаюсь, что не будет ошибкой, если мы объясним его тем, что гроздья, благодаря остающимся в самой массе и между ягодами промежуткам, значительно увеличивают объем воздуха, предоставляемого в распоряжение зародышей дрожжей.

находящийся в соприкосновении с жидкой массой, весьма быстро вытесняется углекислым газом, образующимся тут же при развитии хотя бы небольшого количества дрожжей. Трудно поэтому не сделать допущения о том, что громадное большинство дрожжей размножается помимо всякого влияния свободного или растворенного кислорода. К этому чрезвычайно важному факту я еще вернусь. Пока считаю нужным лишь обратить внимание на то, что простое знакомство с винодельческой практикой различных местностей приводит нас к заключению о способности дрожжевых клеток после прорастания из спор жить и размножаться без всякого участия кислорода. Мы приходим к тому выводу, что дрожжи спиртового брожения, очевидно, отличаются исключительным образом жизни, обычно не встречающимся у других видов растений и животных.

Другим, не менее исключительным свойством дрожжей и процессов брожения является низкое соотношение между весом образовавшихся дрожжей и весом разложенного сахара. Для всех известных организмов вес ассимилированного питательного вещества бывает того же порядка, что и вес израсходованного питательного материала. Если имеются отклонения, то они бывают относительно незначительными. Жизнь дрожжей совершенно иная. При данном весе *a* образовавшихся дрожжей вес разложенного сахара — это мы докажем экспериментально — будет равняться 10*a*, 20*a*... 100*a* и даже выше, т. е. вес разложенного сахара, в зависимости от условий, подлежащих еще выяснению, во-первых, подвержен существенным колебаниям и, во-вторых, совершенно непропорционален весу дрожжей. Повторяю, жизнь всех других организмов в нормальных физиологических условиях не обнаруживает ничего подобного.

Итак, дрожжи спиртового брожения представляются нам растениями, обладающими по меньшей мере двумя исключительными особенностями:

1) они могут жить без воздуха, т. е. без кислорода;

2) они способны вызывать процессы разложения, размеры которых, как например, вес образовавшихся продуктов, находятся за пределами всякого соответствия с весом их вещества; сверх того, отношение этих весов подвержено значительным колебаниям.

Мы имеем здесь дело с фактами такой большой важности и в такой высокой степени затрагивающими теорию брожения, что необходимо постараться экспериментально установить их со всей возможной тщательностью.

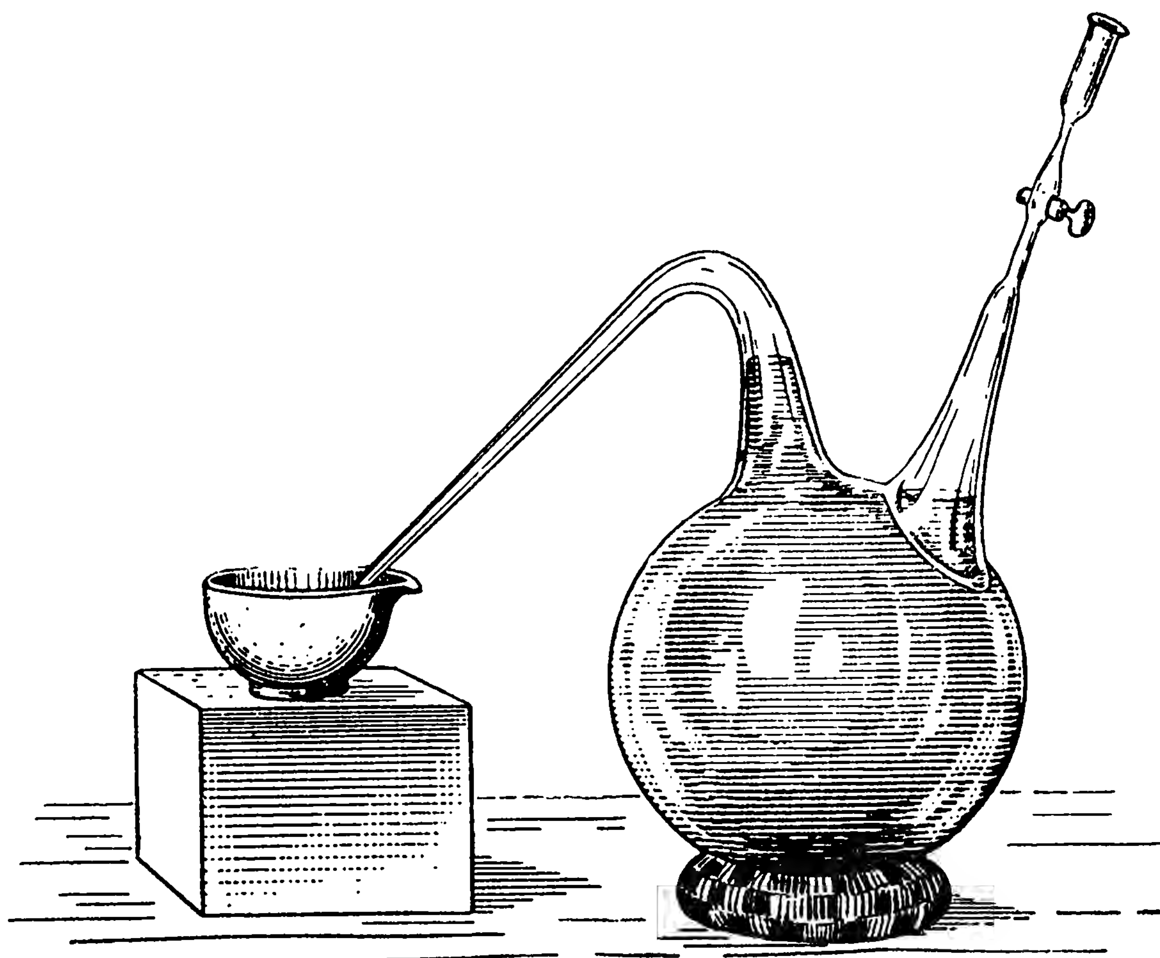


Рис. 135

Действительно ли дрожжи являются анаэробными растениями, и каковы те весовые количества сахара, которые они способны сбродить в различных условиях? Для решения этой двойной проблемы были предприняты следующие опыты.

Был взят баллон, емкостью в 3 л, с двумя горлышками, из которых одно — изогнутое — служило отводной трубкой для газа, а другое — прямое — было снабжено хрустальным краном, как это показано на рис. 135. Дрожжевая вода с 5% сахара была налита в баллон так, что под краном, а также и в отводной трубке не оставалось ни малейшего следа воздуха. Это искусственное сусло было предварительно аэрировано. Отводная изогнутая трубка была погружена в фарфоровую чашку со ртутью, установленную на прочной подставке. От 5 до 6 $см^3$ сахаристой жидкости, засеянной следами дрожжей, подвергается брожению при 20—25° в маленькой, емкостью на 10—

15 см^3, цилиндрической воронке, которая соединена с краном баллона. Дрожжи быстро размножаются, вызывают брожение и образуют осадок дрожжей на дне воронки, над краном. Тогда открывается кран, и часть жидкости из воронки, попадая в баллон, выталкивает собой маленький дрожжевой осадок, который, таким образом, служит посевным материалом для сахарной жидкости сосуда. Подобным приемом можно ввести в сосуд любое малое, почти невесомое количество дрожжей. Засеянные дрожжи быстро размножаются и вызывают брожение, причем углекислый газ выделяется над ртутью. Менее чем через 12 дней сахар исчез, и брожение закончилось. На стенках баллона остался заметный дрожжевой осадок. Собранный и высушенный он весил 2,25 г. Очевидно, в этом опыте вся масса образовавшихся дрожжей, если она нуждалась в кислороде для жизни, не могла поглотить кислорода больше, нежели то его количество, которое имелось вначале растворенным в сахарной жидкости до внесения ее в колбу.

Точные опыты, проведенные в моей лаборатории Роленом, показали, что сахаристое сусло, как и вода, при энергичном встряхивании с избытком воздуха быстро приходит в состояние насыщения. При этом оно всегда растворяет немного меньше воздуха, чем это делает чистая вода при тех же условиях температуры и давления. Беря коэффициенты растворимости кислорода в воде по таблицам Бунзена, находим, таким образом, что при 25° один литр насыщенной воздухом воды содержит 5,5 см^3 кислорода. Таким образом, в трех литрах сахарной дрожжевой воды нашей колбы содержалось, если считать их насыщенными, 16,5 см^3 кислорода, или, по весу, меньше 23 мг. Это и есть максимальное количество поглощенного кислорода, использованное в условиях нашего опыта образовавшимися дрожжами при сбраживании 150 г сахара. Значение этого вывода станет нам позже гораздо более понятным.

Повторим предыдущий опыт в следующих условиях. После наполнения колбы дрожжевой водой с сахаром подвергнем жидкость кипячению для удаления всего имеющегося в ней воздуха. Для этого поставим такой опыт. Баллон *A* (рис. 136) помещают над газовым пламенем на треножнике, а чашку с ртутью заменяют фарфоровой

выпаривательной чашкой, содержащей ту же бродильную жидкость, что и баллон, и также находящейся над газовой горелкой. Кипятят одновременно жидкости в баллоне и в чашке, затем охлаждают их вместе таким образом, что во время охлаждения баллона в него захо-

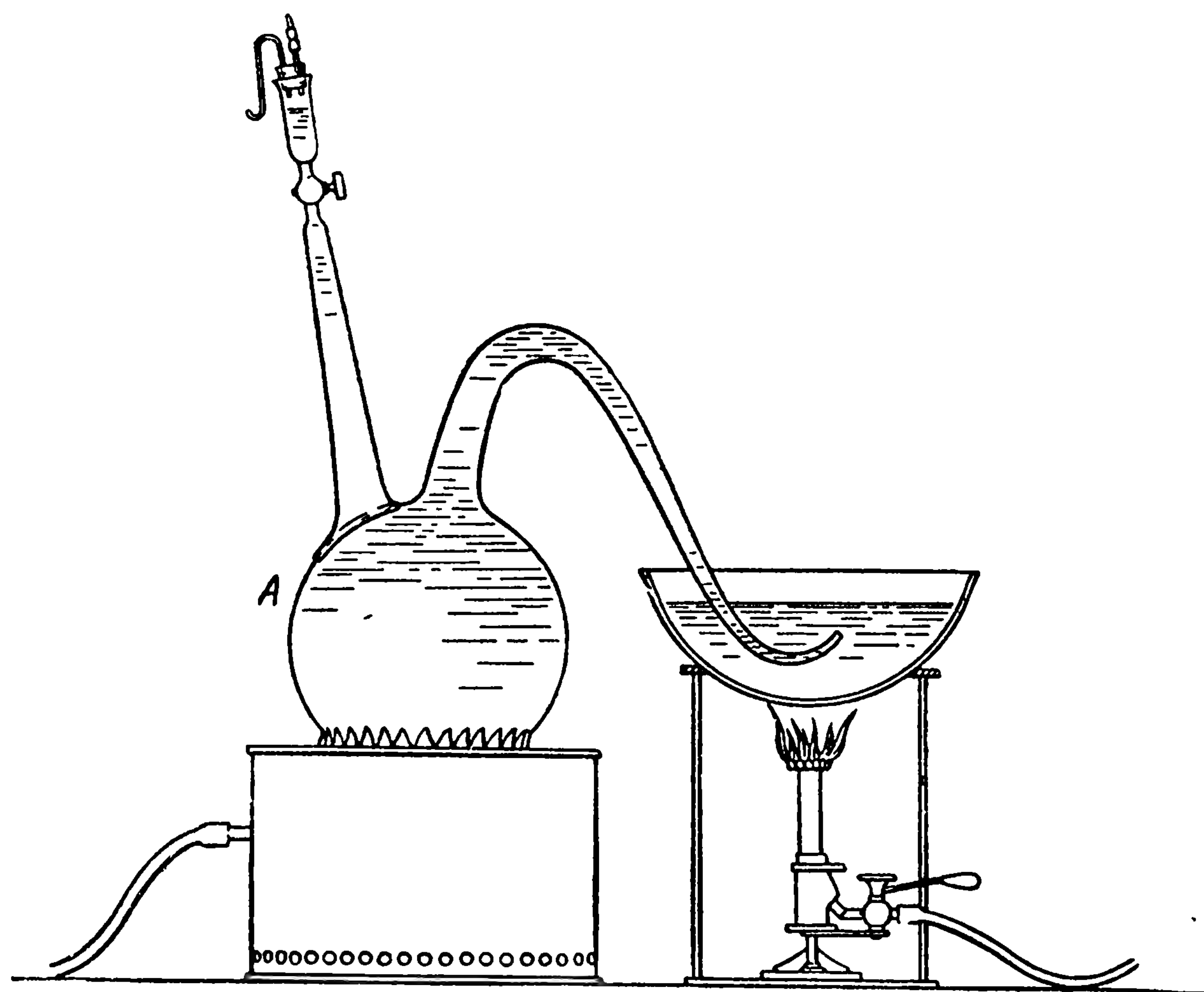


Рис. 136

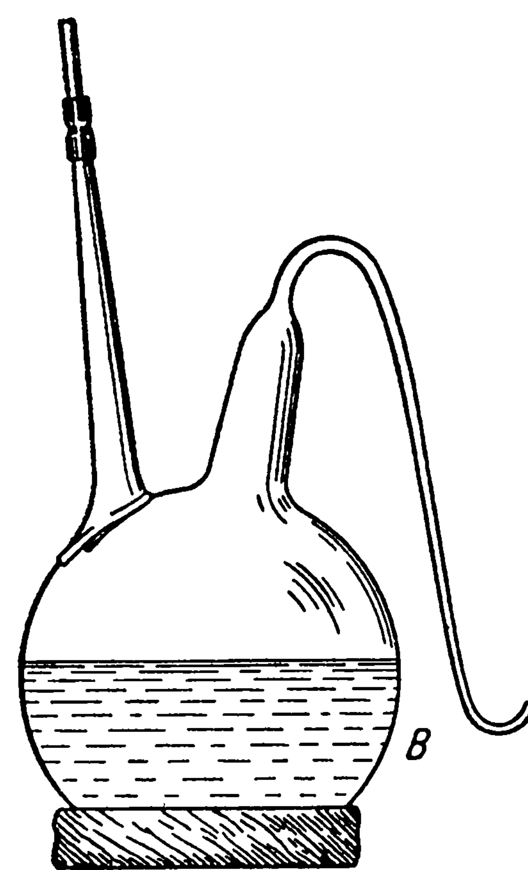


Рис. 137

дит жидкость из чашки. Вычислив в *контрольном* опыте по точному методу М. Шютценберже, с помощью гидросульфита натрия, количество кислорода, остающееся растворенным в жидкости после ее охлаждения, находим, что в 3 л приготовленной таким образом жидкости содержится менее 1 мг кислорода. Одновременно, для сравнения, проводим следующий опыт (рис. 137). Берется баллон *B*, больше предыдущего, наполненный только наполовину тем же объемом сахаристой простерилизованной кипячением жидкости, что и баллон *A*. В воронку, отходящую вверх от баллона *A*, помещают несколько кубических сантиметров бродящей сахаристой жидкости. В разгар брожения, т. е. когда имеющиеся в сахаристой жидкости дрожжи находятся в молодом и активном состоянии, поворачивают кран и тут же его закрывают; при этом в воронке оставляют немного жидкости

и дрожжей. Этим приемом засевается жидкость в баллоне *A*. Вслед за этим засевают жидкость в баллоне *B* дрожжами, взятыми из воронки *A*. Чашку, в которую погружена изогнутая отводная трубка из *A*, заменяют чашкой, наполненной ртутью.

Приводим наблюдения и результаты этих двух сравнительных опытов брожения.

Брожение началось 21 января. Небольшое количество пенистой жидкости

жи принадлежали к виду *saccharomyces pastorianus*. Засев сделан 20 января, и колбы помещены в термостат при 25°.

Баллон *A* — без воздуха

Брожение началось 21 января. Небольшое количество пенистой жидкости вышло через отводную трубку и покрыло ртуть.

В течение следующих дней брожение в разгаре. Дрожжи, примешанные к пене, выделяющейся над ртутью вместе с углекислотой, при обследовании имели прекрасный вид и оказались молодыми и почкующимися.

3 февраля продолжающееся брожение обнаруживается по кучкам мелких пузырьков, поднимающихся из глубины жидкости, ставшей прозрачной. Дрожжи на дне хорошо осели.

7 февраля брожение еще есть, но очень слабое.

9 февраля все еще очень слабое брожение, обнаруживаемое по мелким пузырькам, поднимающимся из глубины баллона.

Баллон *B* — с воздухом

21 января заметное развитие дрожжей.

В следующие дни активное брожение с обильной пеной на поверхности жидкости.

30 января никаких следов брожения.

Так как в баллоне *A* брожение, хоть и слабое, длилось бы еще долго, а в баллоне *B* оно было закончено в несколько дней, я закончил оба опыта 9 февраля. Жидкости из *A* и *B* были слиты декантацией, а дрожжи собраны на взвешенных фильтрах. Они легко фильтровались, особенно дрожжи из баллона *A*. Микроскопическое исследование дрожжей непосредственно после декантации показало, что они в том и другом баллоне остались совершенно чистыми. Дрожжи из *A* были собраны в маленькие пачки, состоявшие из клеток-шариков с очерченными контурами. Эти клетки, судя по внешнему виду, легко могли бы начать размножаться при условии доступа воздуха.

Как и можно было ожидать, жидкость из баллона *B* не содержала следов сахара, в баллоне же *A* сахар еще имелся (о чем можно было судить по незаконченному брожению) всего в количестве 4,6 г. Каждый баллон содержал в начале опыта 3 л жидкости с 5% сахара. В баллоне *B* сброжено 150 г, а в баллоне *A* 145,4 г сахара. Вес дрожжей после высушивания при 100° равнялся:

в баллоне *B* с воздухом — 1,970 г
в баллоне *A* без воздуха — 1,368 г.

Соотношения получились следующие. В первом случае на единицу дрожжей приходится 76 частей сброженного сахара, во втором — 89 частей сброженного сахара.

Эти данные позволяют сделать следующие выводы.

1. Бродильная жидкость (баллон *B*), содержавшая необходимое количество воздуха в растворенном состоянии (хотя и не до насыщения, так как жидкость подвергалась кипячению для удаления посторонних организмов) и находившаяся в соприкосновении с воздухом, дала значительно больший выход дрожжей, нежели жидкость (баллон *A*), вовсе не содержавшая воздуха или содержавшая лишь бесконечно малые его количества.

2. Слабо аэрированная бродильная жидкость была сброжена значительно быстрее другой. Через 8—10 дней в ней уже больше не оставалось сахара, в то время как другая даже через 20 дней содержала еще заметное количество сахара.

Следует ли последний факт объяснить образованием в баллоне *B* бо́льшего количества дрожжей, нежели в баллоне *A*? Ни в коем случае. Вначале, когда имеется избыток воздуха, дрожжей образуется много, а сахара потребляется мало. Это мы сейчас докажем. Но дрожжи, образовавшиеся при доступе воздуха, активнее других. Брожение обусловлено в одно и то же время развитием дрожжевых клеток и последующей жизнедеятельностью этих раз уже сформировавшихся клеток. Чем больше кислорода последние имели в своем распоряжении во время своего образования, тем более они просвечивают, тем в большей степени они молоды и тургесцентны, и тем больше их активность в отношении разложения сахара. Мы вернемся еще к этим фактам.

3. В баллоне без воздуха отношение дрожжей к сахару равно 1 : 89; в баллоне же с воздухом всего лишь 1 : 76.

Таким образом, отношение веса образовавшихся дрожжей к весу сахара варьирует, и это колебание обусловлено наличием воздуха, возможностью поглощения дрожжами кислорода. Мы докажем без замедления, что дрожжи, подобно обычным плесеням, способны поглощать кислород и выделять углекислоту и что кислород для этих растений принадлежит к числу наиболее усвояемых питательных веществ. Это связывание кислорода дрожжами, как и являющиеся следствием этого процессы горения, оказывают как непосредственно, так и в случае последующего воздействия дрожжей на сахар в отсутствие кислорода воздуха, чрезвычайно заметное влияние на жизнь дрожжей, на размножение клеток и на их бродильную активность.

В предыдущем опыте при отсутствии воздуха есть одно обстоятельство, заслуживающее большого внимания. Опыт этот удается, т. е. дрожжи, засеянные в среду, лишенную кислорода, развиваются только тогда, когда они находятся в состоянии исключительной молодости. Что означает последнее выражение? Я уже раз давал объяснение по этому поводу, имея при этом в виду один отчетливо наблюдающийся факт. Засевают бродильную жидкость. Дрожжи развиваются, и наступает брожение. Оно длится несколько дней, после чего прекращается. Предположим теперь, что начиная со дня, когда брожение обнаруживается по образованию небольшого количества пены, из-за которой поверхность жидкости становится белой, извлекают через каждые 24 часа или реже пробы осевших на дно дрожжей с тем, чтобы они послужили посевным материалом для нового брожения при тех же условиях температуры, состава и объема жидкости. Все это проделывается в течение долгого времени и даже после того, как брожение заканчивается. Легко, заметить, что первые признаки процесса в дочерних брожениях запаздывают тем больше, чем дальше отстоит момент взятия посевного материала от начала материнского брожения. Другими словами, время, потребное для прорастания клеток посевного материала и для образования того весового количества дрожжей, которое способно вызвать первые признаки брожения, варьирует в зависимости от состояния посевного

материала. Это время тем более продолжительно, чем более удален момент взятия клеток посевного материала от момента их образования. В этих опытах необходимо, чтобы порции последовательно взятых дрожжей были, по возможности, одинаковыми по весу или по объему, так как брожение, при прочих равных условиях, наступает тем скорее, чем большее количество дрожжей взято для засева.

Сравнивая состояние последовательных дрожжевых проб под микроскопом, легко заметить нарастающие изменения в структуре клеток. Первая проба, взятая в начале материнского брожения, дает исключительно нежные и более крупные клетки, не встречающиеся в последующих пробах. Оболочка этих клеток чрезвычайно тонкая; протоплазма по консистенции и мягкости близка к жидкости, включения имеют вид едва различимых точек. В последующих пробах контуры клеток становятся более резкими, благодаря утолщению оболочки, плазма также делается гуще, включения обозначаются резче. Клетки, о которых мы говорим, взятые в крайних стадиях, отличаются друг от друга не меньше, нежели клетки одного и того же органа ребенка и старика. Эти последовательные изменения клеток, уже достигших определенной формы и объема, отчетливо доказывают наличие весьма интенсивного химического процесса, во время которого вес клеток нарастает, а объем существенно не меняется. Это явление я часто называл «продолжающейся жизнедеятельностью уже сформировавшихся клеток». Можно было бы сказать, что происходит процесс увеличения возраста клеток, аналогично тому, как взрослые организмы продолжают долго жить даже и после того, как они становятся неспособными к размножению и перестают изменяться в объеме.

Установив это, я повторяю, мы констатируем, что для того, чтобы дрожжевые клетки размножались в бродильной жидкости в отсутствие кислорода, они должны быть исключительно молодыми, полными жизни и энергии. Они должны еще находиться под влиянием той жизненной активности, которой они обязаны кислороду, обусловившему их образование, и которую они, быть может аккумулировали на известное время. Будучи более старыми, они с большим трудом размножаются без воздуха и все больше и больше ста-

реют. Если они размножаются, то дают странные и уродливые формы. Будучи еще более старыми, они в среде, лишенной кислорода, остаются совершенно инертными. Это происходит не потому, что они были мертвыми. Они вооо6ще способны поразительно быстро регенерировать в той же жидкости, если ее перед засевом подвергнуть аэрированию. Я не удивлюсь, если в этот момент у внимательного читателя возникнут некоторые предвзятые мысли в отношении причин и объяснения тех великих тайн жизни организмов, которые наше незнание скрывает под выражениями молодость и старость. Но я не смею на этом дольше задерживаться.

Заметим тут же, ибо это очень важно, что в производственных условиях, где всякое сусло и всякие дрожжи неизбежно подвергаются соприкосновению с воздухом, всегда есть момент в процессе брожения, когда дрожжи находятся в том состоянии исключительной молодости, о котором мы выше говорили и которое достигается благодаря влиянию свободного кислорода. Дрожжи быстро овладевают этим газом в момент своего формирования и приобретают то состояние молодости и активности, которое позволяет им позже жить без доступа воздуха и проявлять свою бродильную способность. Поэтому при брожении в производственных условиях мы имеем обильно развившиеся дрожжи даже до того, как наступают первые внешние признаки брожения. В этой первой стадии дрожжи живут, главным образом, как плесени.

Эти же наблюдения позволяют понять, почему в производственных условиях, при непрерывном притоке нового сусла, брожение может продолжаться неопределенно долгое время. Помимо того, что во время работы всегда в большей или меньшей степени вносится наружный воздух, содержащийся в новом сусле воздух также поддерживает жизненную активность дрожжей, подобно тому как дыхание поддерживает молодость и жизнь клеток при обмене веществ в организме. Если же воздух совершенно не обновляется, то жизненная активность, вначале приобретенная клетками под его влиянием, все более и более истощается, и брожение может даже заглохнуть.

Я расскажу об одном из результатов, полученных при засеве дрожжей более старых, нежели применявшиеся в опыте с баллоном

А (рис. 136), и, сверх того, при усилении мер предосторожностей для удаления воздуха. Для этого воздух из баллона и чашки удалялся кипячением, после чего, вместо того чтобы медленно охлаждать баллон, последний охлаждали искусственно, а чашку в это время продолжали подвергать кипячению. Далее, кончик отводной трубки колбы вынимали из продолжавшей кипеть чашки и погружали в ртуть. Что касается засева, то жидкость из цилиндрической воронки вносилась в баллон не в момент брожения, а после того, как брожение заканчивалось. И вот в этих условиях, спустя три месяца, брожение все еще продолжалось. Тогда опыт был закончен, и было найдено, что дрожжей образовалось 0,255 г, а сахара сброжено 45 г, т. е. что отношение веса дрожжей к сахару $\frac{0,255}{45} = \frac{1}{176}$. Рост дрожжей в этом опыте, в силу исходного состояния клеток, протекал в таких затрудненных условиях, что клетки имели различные размеры. Имелись толстые и длинные трубчатые клетки, одни очень старые и зернистые, другие более просвечивающие. Все они могли быть приняты за уродливые формы.

Постановка опытов подобного рода наталкивается еще и на другие затруднения. Как бы ни была мала загрязненность дрожжей, засеваемых в неаэрированную бродильную жидкость, можно быть уверенным, особенно, если средой является дрожжевая вода с сахаром, что спиртовое брожение, даже если оно и наступит, быстро приостановится и что к нему присоединятся дополнительные виды брожений. Вибрионы маслянокислого брожения размножаются, например, в этих условиях с чрезвычайной легкостью. Поэтому необходимыми условиями успеха является и чистота дрожжей в момент засева, и чистота жидкости в цилиндрической воронке, которою заканчивается трубка у крана. Чтобы с уверенностью выполнить второе условие, закрывают воронку, как указано на рис. 136, пробкой с двумя отверстиями. Через одно отверстие проходит короткая трубка, закрытая каучуком и стеклянной пробочкой, через второе отверстие проходит оттянутая длинная, тонкая и изогнутая трубка. Таким образом, воронка может функционировать как колба с двумя горлышками. В нее помещают несколько кубических сантиметров

дрожжевой воды с сахаром. которую кипятят с целью удаления при помощи пара зародышей с поверхности стенок и других мест. Далее, после охлаждения жидкость засевают следами чистых дрожжей, вводимых через маленькую трубочку со стеклянной пробкой. Если эти меры предосторожности не приняты, то почти невозможно добиться успешного брожения в колбе, так как засеянные дрожжи тут же подавляются развитием анаэробных вибрионов. Сверх того, для большей уверенности можно прибавлять к бродильной жидкости в момент ее приготовления небольшое количество винной кислоты, вредной для маслянокислых вибрионов.

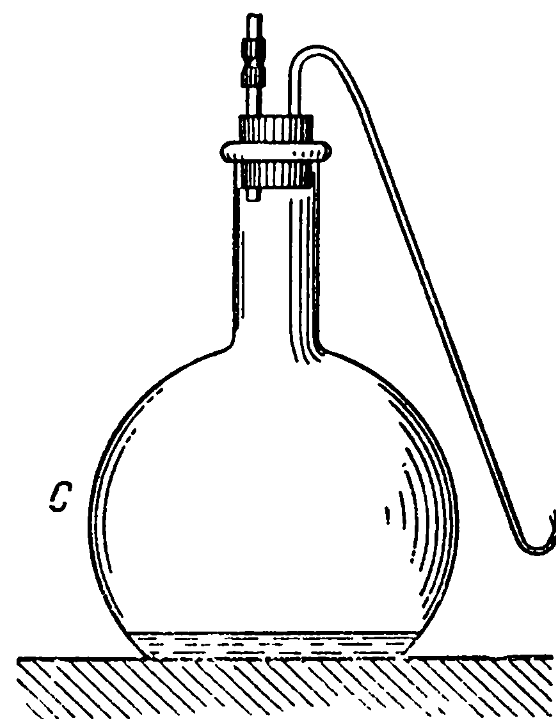


Рис. 138

Колебания в отношении между весом дрожжей и весом разложенного сахара заслуживают в высокой степени нашего внимания. Параллельно с только что описанными опытами мною был поставлен третий опыт в колбе *C* (рис. 138), емкостью 4,7 л, устроенной аналогично нашим баллонам с двумя горлышками; это дает возможность предварительным кипячением удалить из бродильной жидкости посторонние зародыши и засеять ее в условиях требуемой чистоты. Дрожжевая вода с 5% сахара была взята всего лишь в количестве 200 см^3, и поэтому слой жидкости, вследствие большей емкости колбы, оказался очень тонким. На другой же день после засева имелся уже значительный осадок дрожжей. Брожение закончилось через 48 часов. На третий день дрожжи были собраны после того, как был произведен анализ газа, содержащегося в колбе. С этой целью колба была поставлена в горячую водяную баню, а кончик изогнутой трубки подведен под колокол, наполненный ртутью. Газ содержал 41,4% углекислоты, после поглощения которой в оставшемся воздухе оказалось:

кислорода	19,7
азота	80,3
	100,0

Если принять в расчет объем колбы, то дрожжи поглотили минимум 50 см^3 кислорода.

В жидкости сахара больше не оказалось, а вес дрожжей, высушенных при 100°, составлял 0,44 г. Отношение веса дрожжей к сахару:

$$\frac{0,44}{10}=\frac{1}{22,7}.$$

На этот раз, увеличив количество растворенного кислорода и то его количество, которое могло быть усвоено вначале и в течение первых стадий развития дрожжей, мы приходим от отношения $\frac{1}{76}$, найденного на стр. 754, к отношению $\frac{1}{23}$.

Увеличим еще больше содержание кислорода, сделав диффузию газа еще более легкой, нежели в колбе, где воздух неподвижен, что является обстоятельством неблагоприятным, потому что первые же порции углекислого газа образуют на поверхности жидкости неподвижный слой, устраняющий кислород. Для этого я применял плоские кюветы с дном из зеркального стекла и слегка приподнятыми стеклянными краями. Слой жидкости имел всего лишь несколько



Рис. 139

миллиметров высоты (рис. 139). Вот один из этих опытов. 16 апреля 1860 г. следами пивных дрожжей (верхнего брожения) засевается 200,0 см^3 сахаристой жидкости, содержащей 1,720 г сахара. Начиная с 18 апреля дрожжи отлично развиваются и имеют прекрасный вид. После прибавления нескольких капель концентрированной серной кислоты, с целью заметного замедления брожения и более легкого фильтрования, их собирают. Определяя при помощи жидкости Фелинга оставшийся в фильтрате сахар, находим, что исчезло 1,04 г сахара. Вес дрожжей, высушенных при 100°, равен 0,127 г, откуда

отношение веса дрожжей к весу сброженного сахара $\frac{0,127}{1,04} = \frac{1}{8,1}$ величина гораздо бо́льшая, нежели предыдущая.

Можно еще больше увеличить это отношение, укорачивая насколько возможно время брожения после засева. Дрожжи, слагаясь из отделяющихся друг от друга почкующихся клеток, быстро образуют густую массу на дне сосудов. Таким образом, при непрерывном оседании клеток, растворенный в жидкости кислород воздуха поглощается верхними клетками, в то время как нижние прикрытые клетки лишены кислорода и перерабатывают сахар без того, чтобы этот газ принимал участие в их жизни,— обстоятельство, которое должно снижать интересующее нас отношение. Итак, возобновим опять предыдущий опыт, закончив его сразу же, как только образуются дрожжи в достаточном для учета количестве, что наступает через 24 часа после засева жидкости невесомым количеством дрожжей. На этот раз отношение веса дрожжей к сахару:

$$\frac{0,024}{0,098} = \frac{1}{4}.$$

Это самое высокое отношение, какое я мог получить.

В этих условиях брожение сахара было одним из наиболее слабых. Это почти то отношение, которое дают обычные аэробные плесени. Выделенная углекислота образовалась в значительной степени за счет процессов горения, обусловленных ассимиляцией кислорода воздуха. Дрожжи в этом случае живут и работают наподобие плесеней. Они больше не являются, так сказать, бродильными организмами и, возможно, ими и не сделались бы, если бы окружить каждую клетку в отдельности необходимым ей воздухом. В этом — очевидный смысл описанных выше явлений, с которыми к тому же следует сопоставить явления, описываемые нами дальше на стр. 773, в связи с жизнью дрожжей за счет молочного сахара.

Разрешу себе в этом месте отступление.

В работе о брожениях, недавно опубликованной Шютценберже *, автор критикует выводы, сделанные мною из предыдущих опытов, и оспаривает объяснение даваемое мною явлениям брожения. Нетрудно указать слабое место в рассуждениях Шютценберже.

Я определяю бродильную способность фермента отношением сброженного сахара к весу образовавшегося фермента. Шютценберже утверждает, что этим я создаю «спорную гипотезу». Он же считает, гораздо более естественным оценивать эту способность, или, как он говорит, *энергию фермента,* количеством сахара, разложенного единицей веса дрожжей в *единицу времени.* И так как из моих опытов следует, что дрожжи обладают очень высокой активностью, если имеют в своем распоряжении кислород, и что в этих условиях они могут разложить много сахара в короткое время, то Шютценберже делает заключение, что дрожжи как бродильный организм при наличии воздуха обладают большей энергией, гораздо большей, нежели та, которую они проявляют в отсутствие воздуха, когда они разлагают сахар очень медленно. Короче говоря, он склонен извлечь из моих наблюдений вывод, противоположеный тому, какой я делаю сам.

Шютценберже не учел, что бродильная способность фермента не зависит от времени, в течение которого он действует. В один литр сахаристого сусла я вношу следы дрожжей. Последние размножаются и разлагают весь сахар. Будет ли эта химическая работа разложения сахара выполнена в один день, в один месяц или в один год,— это решительно ничего не меняет в количественной оценке работы. Не меняет в том же смысле, в каком механическая работа поднятия тонны груза от земли до вершины дома не изменится, если потраченное усилие будет совершено в 12 часов вместо одного часа. Понятие времени не входит в определение работы. Шютценберже видно не заметил, что, вводя фактор времени в определение бродильной способности фермента, он тем самым ввел туда фактор жизненной активности клеток, не зависящий от характера организма как возбудителя брожения. Вне учета отношения, существующего между весом разложенного, годного к брожению вещества и весом образовавшегося фермента, нет оснований говорить ни о процессах брожения, ни о самих ферментах. Только потому, что в некоторых химических процессах это отношение найдено очень высоким, и было обращено внимание на явления брожения и на ферменты. Но время, в течение которого эти явления протекают, не имеет никакого отношения ни к их природе,

ни к их энергии. Клетки каких-либо дрожжей могут затратить 8 дней для регенерации и размножения, но они же могут затратить на это всего лишь несколько часов. Если ввести фактор времени для характеристики бродильной способности дрожжей, то придется сказать, что эта способность в первом случае равна нулю, а во втором — значительна. Между тем речь идет об одном и том же организме, об одном и том же ферменте.

Шютценберже удивляется, что брожение может иметь место в присутствии кислорода, тогда как, согласно моим взглядам, разложение сахара является следствием питания дрожжей за счет содержащего кислород соединения, заменяющего свободный кислород. В присутствии кислорода, говорит он, брожение должно было быть, по крайней мере, *замедленным*. Почему бы ему сделаться замедленным, раз я доказал, что в присутствии кислорода жизненная активность клеток возрастает? Оно не должно быть *замедленным* в смысле скорости действия. Оно должно быть *ослабленным*, *уменьшенным* в смысле мощности, что в точности и происходит. Свободный кислород придает дрожжам большую жизненную активность, но в этот самый момент их бродильная способность стремится к нулю, потому что они приближаются к состоянию, при котором они смогут жить наподобие плесени, т. е. к тому состоянию, при котором отношение веса разложенного сахара к весу образовавшихся клеток будет того же порядка, что и у организмов, не являющихся возбудителями брожения *.

Резюмируя сказанное несколько в иной форме, можно со всей строгостью, на основании всей совокупности наблюдавшихся мной фактов, заключить, что дрожжи, живущие в присутствии кислорода и усваивающие его в той мере, в какой это необходимо для их полного питания, перестают быть бродильным организмом в абсолютном смысле этого слова. Тем не менее образовавшиеся в этих условиях дрожжи, помещенные в среду с сахаром, разложат в *отсутствие воздуха* в *течение данного промежутка времени* больше сахара, нежели в любом другом своем состоянии. И это потому, что дрожжи, развившиеся при доступе воздуха, т. е. при максимальном количестве свободного кислорода, которое они могли ассимилировать, будут обладать большей молодостью и жизненной активностью, нежели

развившиеся в отсутствие или при недостатке воздуха. Шютценберже желает при измерении силы бродильной способности фермента ввести эту активность с помощью фактора времени. Но он забывает, что дрожжи могут проявить такой максимум энергии только при условии радикального изменения своего образа жизни, при том именно условии, что в их распоряжении не будет больше воздуха, т. е. при условии, что они не будут больше дышать свободным кислородом. Другими словами, когда сила дыхания станет равной нулю, бродильная способность будет максимальной. Шютценберже утверждает как раз обратное (стр. 151 его работы), и этим он без всяких оснований вступает в противоречие с фактами.

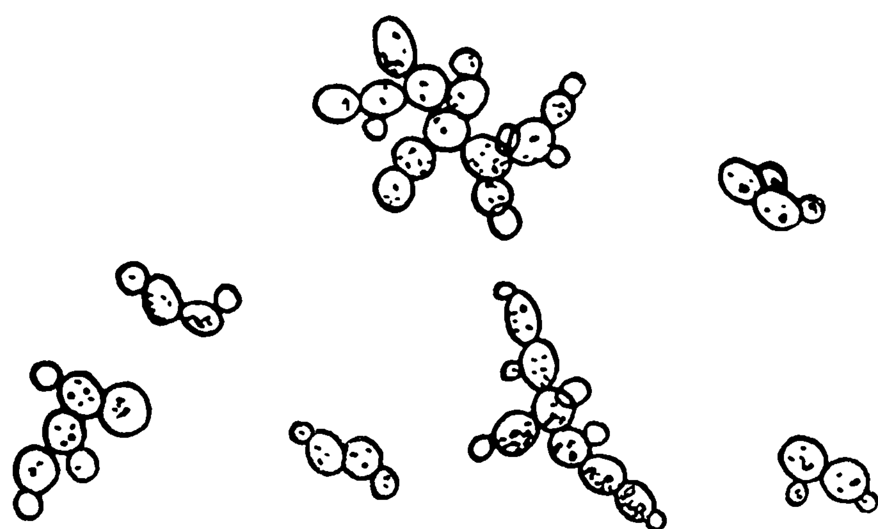


Рис. 140

Рост дрожжей в присутствии избытка воздуха протекает с исключительной активностью. Об этом можно судить уже по относительно значительному весу дрожжей, образующихся в течение нескольких часов. Микроскоп еще лучше выявляет эту активность по энергии почкования и молодому виду всех клеток. Рис. 140 изображает дрожжи из последнего опыта в момент его окончания. Ничто здесь не дано воображением [102]. Все группы клеток срисованы с натуры.

Не лишено интереса напоминание о том, что предыдущие результаты были быстро использованы промышленностью. На хорошо управляемых винокуренных заводах принято аэрировать сусло и соки с целью лучшей их подготовки к брожению. Разбавленную водой мелассу приливают в виде тонких струй в момент прибавления дрожжей. Сооружены заводы, главной целью которых является приготовление дрожжей. Сахаристое сусло, смешанное с закваской, оставляют на открытом воздухе в неглубоких чанах, чтобы увеличить поверх-

[102] Этот рисунок сделан с увеличением в 4500 раз, в то время как почти все рисунки этого труда даны с увеличением в 600 раз.

ность сусла. Этим в больших масштабах воспроизводятся условия моих описанных выше опытов 1861 г. по быстрому и легкому размножению дрожжей при соприкосновении с воздухом.

Попробуем теперь определить объем кислорода, поглощенного определенной навеской дрожжей в том случае, когда дрожжи живут в соприкосновении с воздухом, и подберем условия, при которых поглощение воздуха будет относительно и легким и обильным.

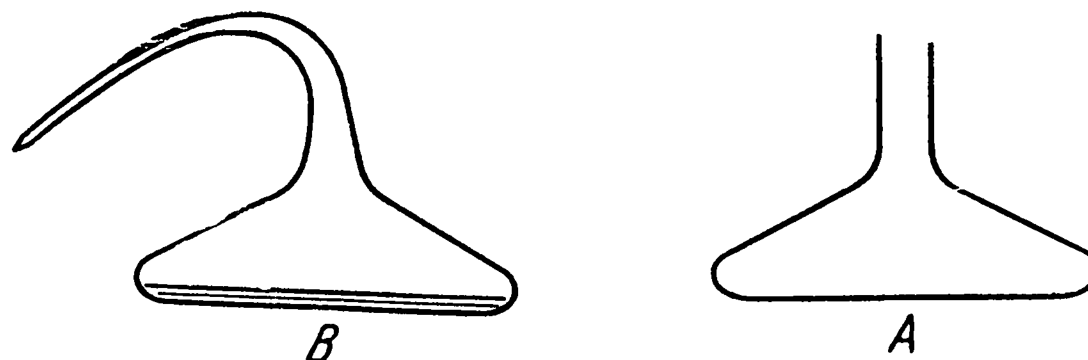


Рис. 141

С этой целью опыт в колбе с широким дном (стр. 759), был повторен в колбе *B* (рис. 141), представляющей не что иное, как колбу *A* (рис. 141), горлышко которой было оттянуто и запаяно на огне после того, как туда был налит тонким слоем сахаристый сок, засеянный следами чистых дрожжей.

Приводим результаты одного опыта. Взято 60,0 см^3 дрожжевой воды с 2% сахара и следами дрожжей. После 15 часов пребывания при температуре 25° оттянутый конец был введен под колокол, заполненный ртутью, и отломан. Определенное количество газа выделилось и было собрано под колоколом.

Для 25 см^3 этого газа получено после поглощения едким калием 20,6 см^3 и после поглощения пирогалловой кислотой — 17,3 см^3. Принимая в расчет оставшийся свободным объем колбы, равный 315 см^3, получаем в результате 14,5 см^3 поглощенного кислорода. Что касается сухого веса дрожжей, то он составлял 0,035 г.

Следовательно, для образования 35 мг дрожжей мы имели от 14 до 15 см^3 поглощенного кислорода, даже при том допущении, что дрожжи целиком развились под влиянием этого газа. Это соответствует, по крайней мере, 414 см^3 кислорода на 1 г дрожжей [103].

---

[103] Эта величина, вероятно, слишком мала, ибо невозможно, чтобы дрожжи даже в имевшихся исключительных условиях, живя частично без воздуха

Столь значительным является объем кислорода, минимально необходимый для жизни дрожжей, при условии, что последние способны ассимилировать этот газ свободно, как это делает обычная плесень.

Вернемся теперь к первому опыту этого параграфа (стр. 751), где колба, наполненная тремя литрами бродильной жидкости, подвергалась брожению и дала 2,25 г дрожжей, сумевших использовать не больше 16,5 см^3 кислорода. Если бы эти 2,25 г дрожжей могли жить только при наличии кислорода, другими словами, если бы их клетки могли размножаться только при поглощении свободного кислорода, то, согласно только что сказанному, поглощение не могло бы быть меньше 414 см^3 $\times$ 2,25, т. е. 931,5 см^3.

Подавляющая часть этих 2,25 г дрожжей размножилась, очевидно, в анаэробных условиях.

Обычные плесени также требуют значительных количеств кислорода для своего развития. В этом легко убедиться, заставляя расти плесень в закрытом сосуде, наполненном воздухом, взвешивая затем вес образовавшегося растения и измеряя объем поглощенного кислорода. Для этого берется изображенная на рис. 84 колба, емкостью около 300 см^3, содержащая жидкость, годную для жизни плесеней. Колбу кипятят и закрывают оттянутый кончик после того, как пары полностью или частично вытеснят воздух. После этого ее вскрывают в саду или в помещении. Если в нее проникает спора плесени,— а это, если мы не имеем дела с исключительными обстоятельствами, всегда случается с определенным количеством колб,— то плесень здесь развивается и мало-помалу поглощает весь кислород воздуха колбы. Измеряя объем этого воздуха — это легко сделать — и взвешивая в сухом состоянии вес образовавшегося растения, узнают, сколько поглощает свободного кислорода определенный вес *мицелия* плесени или *мицелия* вместе с органами плодоношения. В одном из

(так как клетки прикрывают друг друга), не увеличились в весе. Как бы ни ставить опыт, вес дрожжей должен быть двоякого происхождения: он частью связан с жизнью при наличии воздуха, частью — с жизнью без воздуха. Можно было бы попытаться еще больше уменьшить продолжительность опыта: тогда жизнь дрожжей еще более приблизилась бы к жизни обычных плесеней.

опытов подобного рода, в котором растение было взвешено через год после своего развития, я нашел для 0,008 г *мицелия*, высушенного при 100°, величину поглощения, достигавшую не меньше 43 см^3 кислорода при 25°. Впрочем, эти величины заметно варьируют в зависимости от природы плесеней, а также от большей или меньшей активности их развития. Наблюдающиеся при этом усложнения вызваны побочными процессами горения того же рода, которые связаны с жизнедеятельностью *mycoderma aceti* и *vini*. Именно этой причине следует, несомненно, приписать значительное поглощение кислорода в последнем опыте [104].

Выводы, вытекающие из всей совокупности предыдущих фактов, никому не должны казаться сомнительными. Что касается меня, то я не в состоянии не видеть в них основы истинной теории брожения. В только что изложенных опытах брожение, вызванное дрожжами, т. е. ферментами, в собственном смысле этого слова, представилось нам как прямое следствие процессов питания, ассимиляции, короче говоря, жизни, совершающейся без свободного кислорода. Теплота, затраченная этим процессом, необходимо должна быть заимствована из разложения бродильного материала, т. е. содержавшего сахар вещества, которое выделяет, подобно взрывчатым веществам, тепло при своем разложении. Таким образом, брожение, вызываемое дрожжами,

---

[104] В тех опытах, где плесени долго остаются в сахаристом сусле без соприкосновения с кислородом (ибо кислород быстро поглощается в процессе жизни растения, как это показано в примечании на стр. 54 моей работы «Mémoire sur les générations dites spontanées»), в заметных количествах образуется спирт, несомненно, по той причине, что растение после поглощения кислорода не теряет сразу жизненной активности.

Баллон емкостью в 300 см^3, содержавший 100 см^3 виноградного сусла, был открыт после того, как кипячением удалили воздух, и тотчас же снова закрыт 15 августа 1873 г. Благодаря самопроизвольному заражению здесь развилась зеленая плесень, обесцветившая первоначальную желто-бурую жидкость. В осадке оказались крупные, блестящие, подобно алмазам, кристаллы нейтральной виннокальциевой соли. К концу года, спустя долгое время после смерти растения, жидкость подверглась изучению. Она содержала 0,3 г спирта и 0,053 г растительной массы, высушенной при 100°. Было установлено, что в момент открытия баллона споры плесени оказались мертвыми. При высеве они совершенно не развивались.

оказывается существенным образом связанным с присущей этим маленьким одноклеточным растениям способностью как бы дышать кислородом, связанным с сахаром. Их бродильная сила, которую не следует смешивать с бродильной активностью, или интенсивностью разложения за определенный промежуток времени, значительно варьирует в двух пределах, обусловленных самым большим и самым малым возможным участием свободного кислорода в процессах питания этого растения. Если последнее снабжается свободным кислородом в достаточно большом количестве, потребном для жизни, питания и процессов горения при дыхании, другими словами, если его заставляют жить наподобие всех настоящих плесеней, то оно перестает быть бродильным организмом, т. е. отношение веса растения к весу сахара, являющегося его основной углеродистой пищей, становится величиной того же порядка, что и у плесеней [105]. Напротив, если устраняют всякое влияние воздуха на дрожжи и заставляют их развиваться в содержащей сахар среде, лишенной свободного кислорода, то дрожжи в ней размножаются менее активно, но так, как если бы воздух имелся там в наличии. В таком случае природа их, как бродильных организмов, выражена сильнее всего, и тогда существует наибольшее расхождение, при прочих равных условиях, между весом образовавшихся дрожжей и весом разложенного сахара. Наконец, если кислород имеется в разных количествах, то можно заставить бродильную силу дрожжей пройти через все промежуточные ступени, заключенные между двумя только что отмеченными крайними пределами. Мне кажется, нельзя лучшим образом установить, что брожение находится в прямой связи с жизнью, протекающей в отсутствие свободного кислорода или же при наличии таких количеств этого газа, которые недостаточны для всех процессов питания и ассимиляции.

---

[105] Я нахожу в цитированном мемуаре Ролена: «Наименьшее отношение веса сахара к весу организованного вещества, к весу плесени, образованию которой он способствует, выражается через $\frac{10}{3,2} = 3,1$» (Raulin J. Études chimiques sur la végétation. Recherches sur le développement d'une mucédinée dans un milieu artificiel. Paris, 1870, p. 192). Для дрожжей же, как было видно, мы могли дойти до отношения 4,0.

И какое более очевидное доказательство могло бы лучше иллюстрировать эту теорию, нежели изложенный в главе IV факт? Мы там видели, что обычные плесени приобретают характер фермента, если заставить их жить без воздуха или при наличии таких количеств последнего, которые слишком малы, чтобы органы их были окружены этим газом настолько, насколько это необходимо для жизни аэробных растений. Таким образом, ферменты обладают лишь в более высокой степени свойством, присущим многим, если не всем, обычным плесеням и, возможно, в большей или меньшей степени даже всем живым клеткам. Это — свойство быть одновременно и аэробами и анаэробами, в зависимости от условий, в которые их помещают.

Нетрудно понять, почему дрожжи спиртового брожения в качестве аэробных растений никогда не привлекали к себе внимания. Они культивировались только в отсутствие воздуха, в глубине жидкостей, быстро насыщающихся углекислым газом. Воздух притекает к ним лишь в первые стадии развития их зародышей и без ведома экспериментатора. Как анаэробные растения они проявляют свою жизнедеятельность и активность в течение длительного времени. Чтобы сделать очевидной жизнь дрожжей спиртового брожения под влиянием свободного кислорода, мы должны прибегнуть к постановке специальных опытов. Между тем их существование в отсутствие воздуха в глубине жидкостей само бросается в глаза. Сверх того, последствия подобного существования замечательны, благодаря получающимся в итоге продуктам и благодаря столь важным производствам, обязанным дрожжам своим существованием. Для обычных плесеней мы имеем обратное. Если специальные экспериментальные установки и нужны здесь, то уже для того, чтобы исследовать их способность существовать (в течение короткого времени) без соприкосновения с воздухом. Их легкое развитие под влиянием этого газа поражает нас. Точно так же вызываемое ими разложение сахаристых жидкостей, являющееся следствием жизни без воздуха, едва заметно и остается пока без практического использования. Напротив, их аэробная жизнь с дыханием и горением, обусловленным свободным кислородом, легка и длительна. Она поражает даже наименее наблюдательного. Но я

убежден, что наступит время, когда плесени, благодаря своей способности разлагать органическое вещество, войдут в некоторые виды производства *. С явлениями этого рода связано превращение спирта в уксус (в уксусном производстве) и образование дубильной кислоты плесенями влажных чернильных орешков [106]. По поводу последнего можно обратиться к важной работе ван-Тигема, помещенной в 4-м томе «Annales scientifiques de l'Ecole Normale» **.

Способность жизни без кислорода сопровождается у разных плесеней морфологическими изменениями, тем более глубокими, чем сама эта способность сильнее развита. Эти изменения вегетативных форм почти незаметны у *penicillium и mycoderma vini,* но у *aspergillus* они обнаруживаются по несомненной тенденции к увеличению диаметра погруженных гиф *мицелия,* по появлению более сближенных перегородок в гифах, что часто симулирует цепочки конидий. Эти изменения сильно выражены у *mucor,* гифы которого, вздутые и с частыми перегородками, образуют цепочки рассыпающихся и почкующихся клеток, что приводит к постепенному образованию клеточных скоплений. Если как следует вникнуть, то и дрожжи обнаруживают те же свойства. Можно ли при внимательном разборе найти что-либо более сходное с мукором рисунков 91 и 92 (стр. 647 и 649), нежели *saccharomyces* (см. рис. 110 и 114, стр. 689 и 700)? Разве мы не видим в том и другом случае ветвистые цепочки из длинных клеток или члеников, более или менее суженных, а на междоузлиях более короткие членики или клетки, которые отделяются и начинают самостоятельно почковаться? Чем меньше имеется кислорода, тем сильнее выражена

---

[106] Я надеюсь в будущем показать, что процессы горения, вызываемые плесенями, приводят при некоторых гниениях к значительному выделению аммиака и что, регулируя их работу, возможно заставить их извлечь азот в этой форме из органических остатков. Аналогично этому было бы возможно, угнетая жизнедеятельность этих маленьких растений, значительно повысить содержание нитратов в искусственных селитрянницах.

Выдерживая влажные куски хлеба в токе воздуха и выращивая на их поверхности различного рода плесени, мне удавалось получать большие количества аммиака, образующиеся вследствие сжигания этими плесенями углеводов. Гниение спаржи и многих других растительных и животных продуктов дало мне аналогичные результаты.

тенденция к образованию почкующихся клеток, которые быстро отделяются друг от друга и разъединяются.

Кто бы мог поверить, видя под микроскопом мукоровые дрожжи (рис. 92), что они произошли от того обычного *mucor*, который везде находят с его тонкими, прямыми и ветвистыми нитями, смотря по разновидности, заканчивающимися маленькими круглыми головками содержащими споры? Точно так же в дрожжах (рис. 107, стр. 682) нельзя было бы узнать ветвистые формы, изображенные на рис. 110 и 114.

Когда вытекающие из теоретических идей экспериментальные выводы подтверждаются всеми фактами, вновь признанными наукой, и когда они все больше и больше овладевают умами, несмотря на свою кажущуюся с первого взгляда неправдоподобность, то это с большой вероятностью говорит в пользу правильности теоретических положений. Таков характер и только что изложенных идей. Я их высказал в 1861 г. Они со временем не только не обесценились, но способствовали даже предвидению новых фактов. Их гораздо легче защищать сегодня, чем это можно было сделать 15 лет назад. Впервые они были выражены в различных статьях, представленных мною Химическому обществу в Париже, именно на заседаниях от 12 апреля и 28 июня 1861 г., и в «C. r. de d'Acad. sci.» [107]. Не лишено будет интереса процитировать здесь полностью мое сообщение в Bulletin de la Société chimique de Paris от 28 июня 1861 г., озаглавленное: «Influence de l oxygène sur le développement de la levûre et la fermentation alcoolique»:

«Пастер излагает результаты своих исследований о брожении сахара и развитии дрожжевых клеток в зависимости от того, протекает ли это брожение в отсутствие или в присутствии свободного кислорода. Эти опыты не имеют ничего общего с опытами Гей-Люссака над виноградным суслом, выдавленным в отсутствие воздуха и затем приведенным в соприкосновение с кислородом.

«Вполне сформировавшиеся дрожжи могут почковаться и развиваться в сахаристой и содержащей белок жидкости, при полном

[107] «Experiences et vues nouvelles sur la nature des fermentations», C. r. de l'Acad. sci., 52, 1861, p. 1260—1264 *.

отсутствии кислорода или воздуха. В этом случае образуется мало дрожжей и исчезает сравнительно очень большое количество сахара, от 60 до 80 частей на единицу образовавшихся дрожжей. Брожение в этих условиях протекает очень медленно.

«Если опыт поставлен при наличии большой поверхности и при доступе воздуха, то брожение идет быстро. На одно и то же количество исчезнувшего сахара образуется гораздо больше дрожжей. Притекающий воздух отдает кислород, который поглощается дрожжами. Последние развиваются энергично, но их бродильные свойства в этих условиях обнаруживают тенденцию к исчезновению. В самом деле, мы находим только от 4 до 10 частей переработанного сахара на единицу образовавшихся дрожжей. Тем не менее, бродильная способность этими дрожжами удерживается и проявляется даже еще сильнее, если сахар подвергнуть их воздействию в отсутствие свободного кислорода.

«Поэтому было бы естественно допустить, что когда дрожжи проявляют себя как бродильный организм в отсутствие воздуха, то они пользуются кислородом сахара, и именно таково происхождение их бродильной способности.

«Пастер объясняет факт бурной активности в начале процесса брожения влиянием кислорода воздуха, растворенного в жидкости к моменту начала процесса. Автор нашел, сверх того, что пивные дрожжи, засеянные в белковую среду, например, в дрожжевую воду, размножаются и тогда, когда в жидкости нет ни следа сахара, лишь бы только кислород воздуха имелся в значительном количестве. В этих же условиях, но в отсутствие воздуха, дрожжи совершенно не почкуются. Те же опыты можно повторить с содержащей белок жидкостью, в которой растворен несбраживаемый сахар, например, обычный кристаллический молочный сахар. При этом получают результат того же порядка.

«Дрожжи, образовавшиеся подобным образом в отсутствие сахара, не меняют своей природы. Они сбраживают сахар, если заставить их воздействовать на него в отсутствие воздуха. Следует, однако, заметить, что развитие дрожжей бывает очень затрудненным, если у них нет для питания годного для брожения материала.

«В итоге, пивные дрожжи ведут себя совершенно так же, как обычное растение. Аналогия была бы полной, если бы обычные растения обладали таким сродством к кислороду, которое позволило бы им дышать с помощью этого элемента, полученного отщеплением от малостойких соединений. В последнем случае, согласно Пастеру, они оказались бы бродильными организмами по отношению к этим веществам.

«Пастер надеется осуществить это положение, т. е. подобрать условия, при которых некоторые низшие растения, живя в отсутствие воздуха и при наличии сахара, сбраживали бы его подобно пивным дрожжам».

Это резюме и вытекающая из него точка зрения ничего не утеряли в своей точности. Как раз наоборот, время их подтвердило. Предвидения, выраженные в последних двух абзацах, получили ценное признание в недавних наблюдениях, сделанных Лешартье и Белльами, а также в моих собственных.

В связи с этим вопросом я должен остановиться на некоторых подробностях. Однако, прежде чем коснуться этого любопытного момента процессов брожения, мне необходимо подчеркнуть одно место в предыдущей цитате. Там было сказано, что дрожжи могут размножаться в белковой жидкости, содержащей несбраживаемый сахар, например, молочный. Вот один опыт этого рода. 15 августа 1875 г. следами дрожжей засевается 150 см^3 дрожжевой воды, содержащей 2,5% молочного сахара. Раствор был приготовлен в одном из наших баллонов с двумя горлышками, с обычными для целей чистоты предосторожностями. Точно также и дрожжи были безукоризненной чистоты. Спустя три месяца (15 ноября 1875 г.) я исследовал раствор на присутствие спирта. Его совершенно не оказалось. Что касается заметно развившихся дрожжей, то они, будучи собраны и высушены на фильтре, весили 0,050 г.

Итак, вот условие, при котором дрожжи размножаются, не вызывая ни малейшего брожения. Они в этом случае являются плесенями, поглощая кислород и выделяя углекислоту. В этом опыте остановку в развитии дрожжей следует, несомненно, отнести за счет возрастающего недостатка кислорода. Как только баллон наполнился углекислым

газом и азотом, жизнь дрожжей зависела только от того количества воздуха, которое проникало в баллон благодаря изменениям температуры. Сохранило ли это растение, целиком развившееся как плесень, способность обнаружить еще признаки бродильного организма? Чтобы устранить это сомнение, я 15 августа 1875 г. приготовил еще один баллон, подобный предыдущему. 15 ноября жидкость слили декантацией, а на оставшийся в баллоне дрожжевой осадок было налито пивное сусло. И вот, менее чем через пять часов, в термостате растение вызвало в сусле брожение, обнаружившееся по островкам пены на поверхности жидкости. Повторяю, что дрожжи в отсутствие воздуха совершенно не развиваются в среде, о которой идет речь.

Ни от кого не должно ускользнуть значение этих результатов. Они ясно доказывают, что проявление способности вызывать брожение не является необходимым условием существования дрожжей. Они показывают, что дрожжи являются растениями, не отличающимися от обычных растений, и что они проявляют свою бродильную способность только в силу особых обстоятельств, при которых их заставляют жить. Они или являются ферментом или не являются им. И после того как они жили, совершенно не обнаруживая этого свойства, они готовы проявить его снова, будучи помещены в благоприятные условия. Итак, бродильная способность не присуща каким-то клеткам особой природы. Это не свойство определенной постоянной структуры, как, например, кислотность или щелочность химических соединений; это — свойство, зависящее от внешних обстоятельств и от способа питания организма.

§ 2. Брожение сладких плодов, погруженных в углекислый газ

Точка зрения на причины химических явлений брожения, к которой мы пришли, характеризуется простотой и имеет общее значение, достойное внимания. Брожение не является больше изолированным и таинственным актом, не поддающимся объяснению. Оно является следствием жизненного процесса, процесса питания, совершающегося в определенных условиях, отличных от тех, которые характеризуют жизнь всех обычных организмов, животных или растительных.

К этим необычным условиям организмы могут приспособиться в большей или меньшей степени, и это заставляет отнести их к разряду ферментов в собственном смысле этого слова. Можно даже допустить, что способность к брожению свойственна всякому органу и всякой животной или растительной клетке, при том единственном условии, что в них происходит моментальный или более или менее длительный химический процесс жизни или процесс ассимиляции и диссимиляции, совершающийся без доступа свободного кислорода, т. е. с поглощением тепла, заимствуемого от разложения вещества, выделяющего при этом тепло.

Следствием этих выводов является мысль о том, что у большинства живых организмов должны легко обнаруживаться явления брожения. Быть может, вообще не существует организмов, у которых все химические процессы исчезают нацело при внезапном прекращении жизни. Однажды, выражая эти мысли в моей лаборатории в присутствии Дюма, который был весьма склонен считать их правильными, я прибавил: «Я могу держать пари в том, что если я помещу кисть винограда в углекислоту, то в ней тотчас же образуются спирт и углекислота. Это явится результатом нового характера работы клеток, находящихся внутри ягод, и они будут вести себя наподобие дрожжевых клеток. Я проделаю этот опыт и завтра, когда Вы придете (к моему счастью, Дюма приходил тогда работать в мою лабораторию), я Вам о нем доложу». Мои предсказания сбылись. В присутствии этого знаменитого ученого и при его участии я стал искать в ягодах винограда дрожжевые клетки. Найти их оказалось невозможным [108].

[108] Чтобы установить отсутствие дрожжевых клеток в плодах, помещенных в углекислый газ, надо начать с осторожного снятия кожицы плода, позаботившись при этом, чтобы прилегающая к ней паренхима не касалась наружной поверхности кожицы. Организованные тельца, находящиеся на поверхности плода, могут при микроскопическом анализе ввести в заблуждение. Опыты с виноградом объяснили мне один общеизвестный факт, причина которого оставалась до сих пор неизвестной. Всякий знает, что вкус и аромат винограда, взятого из чана, в котором находятся сорванные с кисти и смоченные своим соком ягоды, сильно отличается от вкуса и аромата ягод нетронутой грозди. Виноград, пробывший в атмосфере углекислоты, имеет как раз такой вкус и запах, как виноград, вынутый из чана. Это объясняется тем, что

Ободренный этими результатами, я снова стал ставить опыты с виноградом, дыней, апельсинами, сливами, листьями ревеня, только что сорванными в саду Эколь Нормаль. Во всех случаях в этих плодах, помещенных в углекислоту, шло образование спирта и углекислого газа. Вот те удивительные результаты, которые были получены в опытах со *сливами сорта Monsieur* [109].

31 июля 1872 г. я поместил 24 сливы под стеклянный колпак и вслед за тем наполнил его углекислотой. Сливы были сорваны накануне. Рядом с этим колоколом были положены еще 24 сливы, но уже ничем не покрытые. Через восемь дней, в течение которых из-под колокола выделилось заметное количество углекислоты, сливы были оттуда вынуты и сравнены с непокрытыми сливами. Разница оказалась поразительная, почти невероятная. Сливы, окруженные воздухом (давно известно из опытов Берара *, что в таких условиях плоды поглощают кислород воздуха и выделяют углекислоту почти в равных объемных количествах), стали

в бродильных чанах грозди винограда оказываются моментально окруженными атмосферой углекислого газа, и, следовательно, в них вызывается брожение, свойственное виноградным ягодам, помещенным в этот газ. Эти факты заслуживали бы исследования с практической точки зрения. Было бы интересно выяснить разницу между качеством вин, полученных, с одной стороны, из совершенно раздавленных ягод с насколько возможно более разъединенными клетками паренхимы, и, с другой стороны, из ягод, в большинстве своем целых, как это бывает при обычной укладке винограда в чаны. Первое вино было бы лишено тех нелетучих и ароматических веществ, которые развиваются при упомянутом брожении в ягодах, находящихся в углекислом газе. Благодаря таким сравнительным исследованиям, о которых я говорю, можно было бы вывести á priori суждение относительно нового, мало изученного, но уже довольно широко распространенного применения давильных цилиндров с желобками для давки винограда.

[109] Я находил иногда небольшие количества спирта в плодах и других растительных органах, окруженных обычным воздухом, но это количество было всегда очень незначительно и, по-видимому, случайного происхождения. Можно легко понять, что в толще плодов некоторые части их могут оказаться лишенными воздуха. В этом случае мы имеем для них такие же условия, как в плодах, погруженных целиком в углекислоту. Однако следовало бы посмотреть, не является ли спирт нормальным продуктом жизнедеятельности растений.

очень мягкими, очень водянистыми и очень сладкими, сливы же из-под колокола оказались очень крепкими, твердыми, неводянистыми и потеряли много сахара. Когда их раздавили и подвергли перегонке, они дали 6,5 г спирта, т. е. более 1% от общего их веса. Можно ли установить лучше, нежели этими фактами, наличие в плодах значительной химической работы, такой работы, которая заимствовала необходимую для своего проявления теплоту из разложения заключающегося в клетках сахара? Действительно,— и это обстоятельство весьма достойно внимания,— во всех таких опытах можно констатировать выделение тепла, источником которого являются плоды и другие органы, помещенные в углекислый газ. Теплоту эту можно иногда уловить просто рукой, трогая поочередно обе стороны колокола, при условии, если одна из них соприкасается с указанными выше объектами. Заметить ее можно еще и по водяным парам, сгущающимся в капельки на стенках колокола, не испытывающих непосредственного влияния тепла, выделяющегося при разложении сахара в клетках [110].

Словом, брожение есть явление общего характера. Это — жизнь без воздуха, жизнь без доступа свободного кислорода. Обобщая еще более, это — результат химического процесса, совершающегося за счет веществ, способных бродить и выделять теплоту при своем разложении. Процесс этот заимствует поглощаемую им теплоту из части тепла, освобождающегося при разложении бродящего вещества.

[110] Я натолкнулся при этих исследованиях над живыми растениями, погруженными в углекислоту, на факт, подтверждающий уже приводившиеся мною данные относительно легкости, с которой развиваются без доступа воздуха ферменты молочнокислого и слизистого брожения и вообще все те организмы, которые я назвал ферментами болезней пива. Этот факт, следовательно, показывает, насколько эти организмы анаэробны. Если погружают свеклу, репу и т. п. в углекислоту, то в них появляется явно выраженное брожение. Через всю их поверхность начинает просачиваться очень кислая жидкость, и они наполняются дрожжами молочнокислого, слизистого и др. брожений. Это указывает на опасность, с которой мы можем встретиться при хранении в ямах свеклы, поскольку воздух в этих ямах не обновляется, а первоначально находившийся там кислород поглощается либо плесенями, либо в результате других химических процессов, связанных с отнятием кислорода. Я обращаю на это серьезное внимание фабрикантов свекловичного сахара.

Однако группа брожений в собственном смысле этого слова очень ограничена в силу небольшого числа веществ, способных разлагаться с выделением тепла и в то же время служить без доступа и действия воздуха источником питания для низших организмов. Это — еще одно вытекающее из теории следствие, весьма достойное внимания.

В науке уже известны были факты, подобные упомянутым, указывающие на образование спирта и углекислоты в зрелых плодах при особых условиях, в отсутствие дрожжей. Эти факты были установлены в 1869 г. Лешартье и его сотрудником Белльами [111].

В 1821 г. в работе, весьма замечательной, особенно для той эпохи, в которой она появилась, Берар * доказал несколько важных положений, относящихся к созреванию плодов.

1. Все плоды, даже еще зеленые, будучи выставлены на солнце, поглощают кислород и выделяют примерно такое же количество углекислоты. Это является условием их созревания.

2. Зрелые плоды, находящиеся в замкнутом пространстве, поглотив весь кислород и выделив примерно такое же количество углекислого газа, продолжают все же выделять углекислоту в заметных количествах, даже если они не обнаруживают никаких повреждений. Это происходит, по выражению Берара, «как бы в результате какого-то брожения»; при этом плоды теряют свой сахар, вследствие чего они кажутся более кислыми, хотя на самом деле их истинная кислотность по весу не увеличивается.

В этой прекрасной работе и во всех последующих работах, касавшихся созревания плодов, два факта ускользнули от их авторов. Это те два факта, на которые впервые указали Лешартье и Белльами, а именно — образование в плодах спирта наряду с отсутствием в них дрожжевых клеток.

Замечательно, что эти факты, как я это сейчас доказал, безусловно, предвиделись и вытекали из теории брожения, предложенной мною в 1861 г. Я счастлив добавить, что Лешартье и Белльами, не сделавшие вначале из-за осторожности никакого теоретического вы-

[111] L e c h a r t i e r et B e l l a m y. Études sur le gaz produit par les fruits. C. r. de l'Acad. sci., 69, 1869, p. 356—360. De la fermentation des fruits. Ibid., p. 466—469.

вода из своей работы, целиком разделяют теперь мою точку зрения [112]. Не такова, однако, была логика тех ученых, с которыми у меня был спор в Академии наук, когда сделанное мною в октябре 1872 г. в этой Академии сообщение заставило снова обратить внимание на замечательные наблюдения Лешартье и Белльами [113]. Особенно Фреми захотел видеть в этих наблюдениях подтверждение своей теории о полуорганизмах и осуждение моих взглядов. Однако, согласно предшествующим объяснениям и особенно моему сообщению от 1861 г., приведенному дословно в предыдущем параграфе, нельзя было бы привести более убедительные факты в пользу идей, которые я поддерживаю, нежели те, о которых идет речь. Еще в 1861 г. я вполне определенно заявил, что если бы были найдены растения, способные жить в присутствии сахара, без доступа воздуха, то эти растения сбраживали бы сахар наподобие пивных дрожжей. Именно так обстоит дело с плесенями, описанными в главе IV. То же мы имеем в отношении плодов в опытах Лешартье и Белльами и в моих собственных. Последние подтверждают данные Лешартье и Белльами и расширяют их в том смысле, что я доказываю внезапное, так сказать, образование спирта в плодах, погруженных в углекислоту. Окруженные

---

[112] Вот что они говорят: «В сообщении, представленном Академии в ноябре 1872 г. (De la fermentation des fruits. C. r. de l'Acad. sci., 75, 1872, p. 1203—1206), мы опубликовали опыты, устанавливающие, что в плодах, содержащихся в закрытом сосуде без доступа кислорода воздуха, образуются углекислота и спирт, причем внутри плодов не удается обнаружить спиртового фермента.

«Связывая это логически с принципами своей теории брожений, Пастер считает, что образование спирта объясняется тем, что физическая и химическая жизнь клеток плода продолжается в новых условиях, сходных с условиями жизни клеток фермента. Опыты, продолженные в течение 1872, 1873 и 1874 г. над различными плодами, дали результаты, которые, как нам кажется, находятся в согласии с этим положением и вполне его доказывают» (L e c h a r t i e r et B e l l a m y. De la fermentation des poires. Ibid., 79, 1874, p. 949—952).

[113] P a s t e u r. Faits nouveaux pour servir à la connaissance de la théorie des fermentations proprement dites. C. r. de l'Acad. sci., 75, 1872, p. 784—790.

См. также дискуссию, которая последовала за этим (Oeuvres de Pasteur, t. II, p. 394 и след.) и P a s t e u r. Note sur la production de l'alcool par les fruits. C. r. de l'Acad. sci., 75, 1872, p. 1054—1056, где я говорю о наблюдениях, сделанных до меня Лешартье и Белльами в 1869 г.

воздухом плоды живут аэробно и не являются ферментами. Будучи же погружены в углекислоту, они живут анаэробно и сейчас же обнаруживают бродильные свойства по отношению к сахару, выделяя при этом теплоту. Видеть в этих фактах подтверждение теории о полуорганизмах, придуманную Фреми,— это поистине странная претензия. Вот, например, теория брожения винограда по Фреми:

«Принимая здесь во внимание только спиртовое брожение [114], говорит он,— я считаю, что при образовании вина сам виноградный сок при соприкосновении с воздухом дает начало зернам дрожжей путем превращения белкового вещества. Пастер же утверждает, что дрожжи зарождаются от внешних зародышей, находящихся на кожице ягод винограда» [115].

Что может дать этой сплошь надуманной теории факт образова-

---

[114] Фреми прилагает теорию полуорганизмов не только к спиртовому брожению виноградного сока, но и ко всем другим брожениям. Вот выдержка из одного его сообщения (Recherches sur les fermentations. C. r. de l'Acad. sci., 75, 1872, p. 973—981):

«Опыты над проросшим ячменем. Они имеют целью установить, что когда ячмень оставляется в сахарной воде и дает последовательно спиртовое, молочнокислое, маслянокислое и уксуснокислое брожение, то эти изменения вызываются ферментами, зарождающимися в самом зерне, а не атмосферными зародышами. Эта часть моей работы охватывает более сорока различных опытов».

Есть ли надобность добавлять, что это утверждение не покоится на какомлибо серьезном основании? Клетки ячменных зерен или их белковые вещества никогда не порождают ни клеток спиртовых дрожжей, ни клеток молочнокислых дрожжей, ни маслянокислых вибрионов. Эти ферменты, когда они появляются, происходят от зародышей этих организмов, распространенных или внутри зерен, или на их поверхности, или в употребляемой воде, или на поверхности стенок сосуда. Есть много способов доказать это. Вот один из них. Раз мои опыты доказали, что сахарная вода, фосфаты и мел очень легко дают молочное и маслянокислое брожение, то почему нужно считать, что при замене мела ячменными зернами маслянокислый и молочнокислый ферменты получаются из зерен изменением их клеток или их белковых веществ? Конечно, нельзя утверждать, что они образуются из полуорганизмов, когда среда состоит из сахара, мела и фосфорнокислого аммония, из калия и магния, потому что в такой среде нет белковых веществ. Доказательство против полуорганизмов не прямое, но неоспоримое.

[115] Fremy. C. r. de l'Acad. sci., 73, 1871, p. 1425.

ния спирта и углекислоты в плодах, погруженных в углекислый газ? Согласно предыдущей цитате, взятой у Фреми, непременным условием превращения белкового вещества является соприкосновение с воздухом и раздавливание ягод. Здесь же мы имеем *неразрушенные плоды в соприкосновении с углекислотой*. Согласно моему мнению, высказанному, я повторяю, еще в 1861 г. вовсе не ради необходимости что-либо защищать, любые клетки становятся способными вызвать брожение, когда их жизнь протекает в отсутствие воздуха. Таковы как раз условия опыта с плодами, погруженными в углекислоту. Жизнь не прекратилась внезапно в их клетках, а между тем они лишены воздуха. Следовательно, в них должно происходить брожение. Более того, если разрушают плод, если перед тем, как погрузить в газ, его измельчают, то спирт не образуется, и никакого брожения не происходит. Так и должно быть, ибо жизнь уже невозможна в измельченном плоде. И что, наоборот, может значить такое измельчение для гипотезы о полуорганизмах? С точки зрения этой гипотезы измельченный плод должен был бы действовать также или даже лучше, чем целый.

Словом, нет ничего более противоречащего условиям проявления этой таинственной силы, называемой *полуорганизмом*, нежели открытие определенных явлений брожения в плодах, окруженных углекислотой. В то же время теория, рассматривающая брожение как следствие жизни без воздуха, находит в этих фактах подтверждение одного из своих определенно выраженных предвидений, которое было ясно сформулировано еще в самом начале.

Я считаю лишним останавливаться дальше на мнениях, не подтверждаемых никакими серьезными опытами. За границей теория превращения белковых веществ в организованные ферменты имела своих защитников (как, впрочем, и во Франции) еще задолго до того, как ее снова выдвинул Фреми. Теперь она потеряла там всякий кредит. Исследователи, с которыми считаются, не обращают больше на нее внимания. Можно сказать даже, что они над ней потешаются.

Пытались также поставить меня в противоречие с самим собой, ибо в 1860 г. я высказывался о невозможности существования спиртового брожения без одновременного появления, развития и размножения

шариков или же без продолжения жизнедеятельности уже сформированных шариков [116]. Но нет ничего более правильного, чем эта мысль. И теперь, в результате пятнадцати лет исследований, последовавших за тем сообщением, о котором я напоминаю, я не скажу больше «я думаю», а «я утверждаю», что это так. Ведь в приведенной выше цитате дело шло о спиртовом брожении в собственном смысле этого слова, о брожении, которое дает, кроме спирта, еще углекислоту, янтарную кислоту, глицерин, летучие кислоты и др. Это брожение требует, действительно, присутствия дрожжевых клеток в тех условиях, о которых я только что упоминал. Ошибка моих противников основана на том, что они вообразили, будто брожение в плодах — это обычное спиртовое брожение, идентичное брожению, вызываемому пивными дрожжами, и что раз это так, то необходимо наличие дрожжевых клеток. Однако нет ничего менее обоснованного. Когда дело

---

[116] Pasteur. Mémoire sur la fermentation alcoolique, 1860 *.

Слово шарики употреблено здесь вместо слова клетки.

С самого же начала моих исследований я пытался предупредить всякую неясность в изложении. Вот начало моего мемуара о спиртовом брожении:

«Я называю спиртовым брожением брожение сахара под влиянием фермента, известного под названием пивных дрожжей.

«Оно является тем брожением, которое дает нам вино и все спиртные напитки. Оно же послужило прототипом для множества аналогичных явлений, которые обычно называют брожением с последующим присоединением одного из основных продуктов того частного процесса, который рассматривается.

«Из самой условности принятой номенклатуры следует, что выражением спиртовое брожение нельзя обозначать всякий процесс брожения, при котором образуется спирт; могут встречаться различные виды брожения, обладающие этим общим признаком.

«Если бы не пришли заранее к соглашению относительно того, какое из этих весьма различных явлений должно носить название спиртового брожения, неминуемо возникла бы путаница в терминологии, которая от слов перешла бы в область самих представлений и затемнила бы вопрос и без того слишком темный, чтобы его еще искусственно усложнять. Всякие колебания относительно слов спиртовое брожение и их точного значения мне, впрочем, казались несостоятельными, так как эти слова употреблялись Лавуазье, Гей-Люссаком и Тенаром в применении к брожению сахара, вызываемому пивными дрожжами. Не следовать примеру этих знаменитых учителей, положивших начало нашим знаниям по этому вопросу, было бы рискованно и бесполезно».

дойдет до точных измерений, то, как это уже следует из цифр, приведенных Лешартье и Белльами, окажется, что количественные соотношения спирта и углекислоты при брожении плодов далеко не таковы, как это наблюдается при спиртовых брожениях в собственном смысле этого слова. Так и должно быть, ибо в одном случае бродильным началом являются клетки плодов, в другом же — клетки обычных дрожжей спиртового брожения. Я даже уверен, что каждый плод дает особую формулу брожения, отличную от формул других плодов. Что же касается того, что клетки плодов вызывают брожение, не размножаясь, то это относится к случаю, который я выше определил выражением: *продолжение жизнедеятельности уже сформировавшихся клеток.*

Я считаю необходимым закончить этот параграф несколькими замечаниями по поводу формул брожения. Эти замечания подсказаны мне, главным образом, толкованиями, вызванными фактом открытия брожения плодов, погруженных в углекислоту.

Когда уподобляли брожение процессу разложения, совершающемуся под влиянием контакта, то должны были думать, и в самом деле думали, что для каждого брожения существует определенная неизменная формула. Теперь же, наоборот, следует принять, что формула брожения постоянно изменяется в зависимости от условий, в которых оно протекает. Нахождение этой формулы представляет такую же сложную проблему, как проблема питания живого организма. Каждое брожение может быть выражено общей формулой, подвергающейся, однако, тысяче изменений, вносимых условиями жизни в каждом частном случае. Кроме того, один и тот же фермент может вызвать столько различных брожений, сколько веществ, способных бродить, могут служить ему источником углеродного питания. Здесь мы имеем то же самое, что и у животных: формула питания изменяется в зависимости от характера пищи.

Что же касается спиртового брожения, вызываемого различными дрожжами, то для определенного сахара будет существовать столько формул, сколько имеется таких дрожжей, будут ли это дрожжевые клетки в настоящем смысле этого слова или клетки органов живых организмов, действующих наподобие дрожжей. Это аналогично тому,

как у различных животных, питающихся одной и той же пищей, формулы питания различны. По той же самой причине существует большое количество разных сортов пива. Они получаются из обычного пивного сусла при действии на него описанных нами выше многочисленных дрожжей спиртового брожения.

Эти замечания относятся ко всем ферментам. Фермент маслянокислого брожения, например, способен вызвать массу различных брожений, потому что он может заимствовать свое углеродное питание из самых разнообразных веществ — сахара, молочной кислоты, глицерина, маннита и пр.

Когда говорят, что каждое брожение имеет свой, присущий ему фермент, то надо понимать, что речь идет о брожении, рассматриваемом в связи с комплексом всех образующихся продуктов. Это утверждение не означает, что данный фермент не способен действовать на другое годное для брожения вещество и вызвать брожение совершенно иного характера.

Совершенно неправильно было бы также утверждать, что наличие одного из продуктов брожения предполагает присутствие определенного фермента. Если находят, например, среди продуктов брожения спирт и даже спирт вместе с углекислотой, то это еще не означает, что ферментом в этом случае должны быть дрожжи спиртового брожения в собственном смысле этого слова. Присутствие молочной кислоты не указывает также на непременное присутствие молочнокислых дрожжей. Различные брожения могут дать в результате один или даже несколько одинаковых продуктов. До тех пор нельзя утверждать, что имеют дело со спиртовым брожением, в собственном смысле этого слова, и что поэтому должны быть налицо пивные дрожжи, пока не будет установлено наличие всех столь многочисленных продуктов этого брожения, и притом в соотношениях, характерных для данных условий.

В работах о брожении читатель часто встречается с неясностями, против которых я и стараюсь его здесь предостеречь. Только потому, что не приходили в голову указанные выше замечания, можно было поверить в противоречие между наличием брожения в плодах, помещенных в углекислоту, и моим прежним утверждением, высказанным

в моей работе о спиртовом брожении в 1860 г. Я привожу его дословно: «Химический акт брожения — это, в сущности, явление, связанное с жизненным актом. Оно начинается и кончается вместе с ним. Я думаю, что не бывает никогда спиртового брожения (дело шло об обычном спиртовом брожении, вызываемом пивными дрожжами) без одновременного образования, развития и размножения клеток или продолжающейся жизни клеток уже сформировавшихся. Мне кажется, что совокупность результатов этой работы находится в полном противоречии со взглядами Либиха и Берцелиуса». Эти заключения остаются правильными, и они применимы так же хорошо к брожению плодов, которое было еще неизвестно в 1860 г., как и к брожению, вызываемому пивными дрожжами. Только когда имеют дело с плодами, ферментом являются клетки паренхимы в силу того, что их *жизнедеятельность продолжается в углекислоте.* В другом же случае (цитированном) ферментом являются дрожжевые клетки.

Появлению в плодах брожения с образованием спирта в отсутствие дрожжей можно было бы удивляться только в том случае, если бы оно вполне совпадало с обычным спиртовым брожением, давая те же продукты и в тех же отношениях. Лишь по небрежности языка такое брожение было названо *спиртовым*, и это многих ввело в заблуждение [117]. Ни спирт, ни углекислота не находятся там в тех же отношениях, как при дрожжевом брожении. Если бы при этом обнаружили еще и янтарную кислоту, глицерин и небольшие количества летучих кислот и т. д. [118], то все же относительные количества этих веществ были бы не такими, как при спиртовом брожении.

---

[117] См., например, сообщение Колена и Пожжиаля и последовавшие за ним прения в «Bulletin de l'Académie de Médecine» от 16 и 23 февраля и от 2, 9 и 30 марта 1875 г.

[118] Я констатировал раньше образование очень маленьких количеств летучих кислот при спиртовом брожении. Бешан (C. r. de l'Acad. sci., 56, 1863, p. 967—972, 1086—1088) изучал их и нашел среди них кислоты жирного ряда, уксусную и масляную...

«Присутствие янтарной кислоты не случайно, а постоянно, и, если оставить в стороне летучие кислоты, образующиеся, собственно говоря, в бесконечно малых количествах, то можно сказать, что янтарная кислота является

§ 3. Ответ на критические замечания немецких естествоиспытателей Оскара Брефельда и Морица Траубе *

Истинный смысл теории брожения, к которой я пришел в предыдущих параграфах, заключается, главным образом, в утверждении, что все ферменты, в собственном смысле этого слова, составляют группу организмов, способных жить вне соприкосновения со свободным кислородом. Эту теорию можно выразить кратко следующим образом. Брожение есть следствие жизни без воздуха.

Если бы это утверждение не было точным, если бы дрожжевые клетки нуждались для развития и увеличения своего количества и веса, подобно всем растительным клеткам, в свободном или растворенном в жидкости кислороде, новая теория потеряла бы весь авторитет и даже смысл своего существования, по крайней мере по отношению к наиболее важному виду брожения. Это как раз то, что и хотел установить Оскар Брефельд ** в докладе 26 июля 1873 г. в физико-медицинском обществе в Вюрцбурге. Этот доклад обнаружил большие экспериментальные способности автора, хотя, по-моему, он пришел к совершенно неправильным выводам.

«Из только что описанных мной опытов,— говорит он,— без сомнения вытекает, что *дрожжи не могут размножаться без свободного кислорода.* Гипотеза Пастера о том, что дрожжи, в противоположность всем остальным живым организмам, могут жить и размножаться за счет связанного кислорода, лишена прочного основания и всякой экспериментальной базы. Так как, кроме того, согласно теории Пастера, явление брожения обусловливается как раз способностью дрожжей жить и развиваться за счет связанного кислорода, то отсюда следует, что вся теория, пользующаяся таким всеобщим признанием, оказывается не выдерживающей критики,— она просто неверна».

Опыты, о которых говорит Брефельд, заключались в том, что он следил под микроскопом в специально приготовленной *камере* за одной или несколькими дрожжевыми клетками. Эти клетки находились в пивном сусле в атмосфере углекислого газа, лишенного малей-

---

единственной постоянно образующейся кислотой спиртового брожения» (Pasteur. C. r. de l'Acad. sci., 47, 1858, p. 224).

ших следов свободного кислорода. Но мы уже признали, что развитие дрожжей без доступа воздуха возможно только у очень молодых форм. Автор же применил отбродившие дрожжи, и это было причиной его неудачи. Брефельд по неведению имел дело с таким состоянием дрожжей, когда клеткам для прорастания необходим свободный кислород. Если прочесть то, что я писал раньше относительно регенерации дрожжей в зависимости от их возраста, то видно будет, насколько может быть различно время, необходимое для такой регенерации. То, что правильно для состояния дрожжей на сегодняшний день, то может быть неверным завтра, потому что это состояние непрерывно меняется.

Я давно установил, насколько энергично и легко идет развитие дрожжей в присутствии свободного кислорода, и я показал ту значительную роль, которую играет при начале брожения очень маленькое количество кислорода, растворенного в бродящей жидкости. Как раз благодаря этому кислороду регенерируют клетки посевного материала; благодаря ему они снова получают способность почковаться и продолжать свою жизнедеятельность и размножение без воздуха.

Одно простое рассуждение могло бы, мне кажется, предостеречь Брефельда от того толкования, которое он дал своим наблюдениям. Если дрожжевая клетка не может почковаться и размножаться без поглощения свободного или растворенного в жидкости кислорода, то отношение между весом образовавшихся дрожжей и весом использованного кислорода должно быть постоянным. Однако я совершенно ясно установил еще в 1861 г., что это отношение сильно меняется. Этот факт находит также подтверждение в опытах, которые я описал в предыдущем параграфе. В результате поглощения небольших количеств кислорода вес дрожжей может значительно возрасти. С другой же стороны, если дрожжи имеют в своем распоряжении большие количества кислорода, то они поглощают его в большем количестве, и вес их увеличивается еще значительнее. Отношения между весом образовавшихся дрожжей и весом разложенного сахара колеблются в очень широких пределах; эти колебания зависят от бо́льшего или меньшего поглощения свободного кислорода. С моей точки зрения это является одним из основных положений предлагаемой мной теории.

Когда Брефельд объявил, что, по его мнению, дрожжи не могут обходиться без воздуха или кислорода и не могут ускользнуть от закона, господствующего над всеми живыми организмами, животными и растительными, он должен был бы вспомнить также, что дрожжи спиртового брожения являются не единственным живым организованным ферментом, который отмечен мной как анаэроб. В самом деле, ведь не существенно, каким именно ферментом пробита брешь в универсальности закона о необходимости для поддержания жизни свободного кислорода и непрерывного дыхания в соприкосновении с воздухом. Почему, например, Брефельд не считается с фактами, относящимися к вибрионам маслянокислого брожения? Без сомнения, он думал, что по отношению к ним я так же ошибся, как и по отношению к дрожжам. Прямые опыты, наверное, рассеяли бы его заблуждения.

Те упреки, которые я направляю по адресу Брефельда, относятся и к Морицу Траубе, хотя в отношении основного момента критики Брефельда Траубе в Берлинском химическом обществе защищал как раз правильность моих результатов, доказав новыми опытами возможность жизни и развития дрожжей без доступа кислорода. «Мои исследования,— говорит он,— подтверждают бесспорно утверждение Пастера о том, что размножение дрожжей может иметь место в средах, не содержащих ни малейших следов свободного кислорода... Противоположное мнение Брефельда ошибочно». Но вслед за этим Траубе прибавляет: «Является ли это подтверждением теории Пастера? Нисколько. Результаты моих опытов показывают, наоборот, что эта теория не обоснована». Каковы же эти результаты? Установив возможность жизни дрожжей без воздуха, Траубе находит, как, впрочем, и я, что в этих условиях жизнь клетки очень затруднена. Он получал всегда только начало брожения и, вероятно, по двум причинам: с одной стороны, из-за случайного появления вторичных и *болезненных* брожений, часто останавливающих развитие спиртовых дрожжей, с другой же стороны — вследствие старости дрожжей, служивших для засева. Еще в 1861 г. я сообщал о медленной и затрудненной жизни дрожжей без доступа воздуха, и сейчас, в предыдущем параграфе, я указывал, что брожения не заканчивались в таких условиях. Не

отыскивая причин этих особенностей, Траубе выражается так: «Заключение Пастера о том, что дрожжи в отсутствие воздуха могут брать из сахара необходимый для их развития кислород, ошибочно, ибо размножение их останавливается, даже когда бо́льшая часть сахара еще не разложена. *Именно белковые вещества смешанного состава употребляются дрожжами для своего развития в отсутствие воздуха*». Это последнее заключение Траубе становится совершенно несостоятельным, если принять во внимание те брожения, где я совершенно исключал присутствие белковых веществ. Эти брожения идут тем не менее до конца в чистой минеральной среде без доступа воздуха. Мы можем подтвердить это неопровержимыми доказательствами [119].

---

[119] Взгляды Траубе вытекали из его собственной теории брожения — теории, как он это сам признает, гипотетической. Вот ее краткое содержание: «Ничто не мешает, следовательно, предположению, что протоплазма растительных клеток является сама химическим ферментом, вызывающим спиртовое брожение сахара, или что она содержит в себе такой фермент. Сила действия последнего связана, по-видимому, с присутствием клетки, ибо до сих пор никакими средствами не удалось отделить фермент от клетки, не разрушив его. В присутствии воздуха этот фермент окисляет сахар, фиксируя на нем кислород. В отсутствие воздуха он его разлагает, перенося кислород из одной группы атомов молекулы сахара на другие атомы. Таким образом, получается, с одной стороны, продукт восстановления — спирт, с другой же — продукт окисления — углекислота».

Траубе полагает, что этот химический фермент находится в дрожжах и всех сладких плодах, но только в неповрежденных клетках: он сам констатирует, что хорошо раздробленные плоды не дают никакого брожения в углекислоте. В этом отношении воображаемый химический фермент совершенно отличался бы от того, что называют растворимыми ферментами, ибо диастаз, эмульсин и др. могут быть легко выделены.

Относительно всего, что касается идей Брефельда и Траубе и дискуссии, которая завязалась между ними по поводу результатов моих опытов, следует обратиться к «Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft» за 1874 г.

Traube (M.). Ueber das Verhalten der Alkoholhefe in sauerstoffgasfreien Medien. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, 7, 1874, p. 872—887.

Brefeld (O.). Bemerkungen zu der Mitteilung von M. Traube. Ibid., 7, 1874, p. 1067—1069.

Traube (M.). Erwiderung auf die Bemerkungen des H. Oscar Brefeld. Ibid.,

§ 4. Брожение правовращающего виннокислого кальция [120]

Виннокислый кальций, несмотря на свою нерастворимость в воде, сбраживается нацело в минеральной среде.

Если внести в чистую воду порошок зернистого кристаллического виннокислого кальция, сернокислый аммоний и в очень небольших количествах фосфаты калия и магния, то в последующие дни в осадке возникнет самопроизвольное брожение, хотя раствор и не был ничем заражен. В этой жидкости самопроизвольно появляется живой организованный фермент, имеющий вид нитевидного, часто чрезмерно длинного вибриона с извивающимися движениями. Он развивается из какого-нибудь зародыша, сопутствующего неизбежным частицам пыли, взвешенным в атмосфере или оседающим на посуде и реактивах, которыми пользуются для опытов. Зародыши гнилостных вибрионов распространены всюду вокруг нас. Весьма вероятно, что один или несколько таких зародышей развиваются в среде, о которой идет речь, и вызывают разложение виннокислой соли. Из этой соли они заимствуют углеродное питание, без которого не могут обойтись: азот доставляется им аммиаком аммонийной соли, главные минеральные вещества — фосфатами калия и магния, а сера — сернокислым аммонием. До чего любопытно видеть зарождение организованности, жизни и движения в таких условиях! И особенно поразительно, что эта организованность, эта жизнь, это движение — все это появляется и совершается без участия свободного кислорода. После того как зародыш получил от кислорода первый толчок, последующие генерации без конца рождаются уже при полном отсутствии атмосферного воздуха. Этот факт следует твердо установить для доказательства того, что пивные дрожжи являются не единственным организованным фермен-

---

7, 1874, p. 1756—1759. Ueber das Verhalten der Alkoholhefe in sauerstoffgasfreien Medien. Nachtrag. Ibid., 7, 1875, p. 1384—1400.

[120] См. Pasteur. Nouvel exemple de fermentation déterminée par des animalcules infusoires pouvant vivre sans gaz oxygène libre, et en dehors de tout contact avec l'air de l'atmosphère. C. r. de l'Acad. sci., 56, 1863 416—421 *.

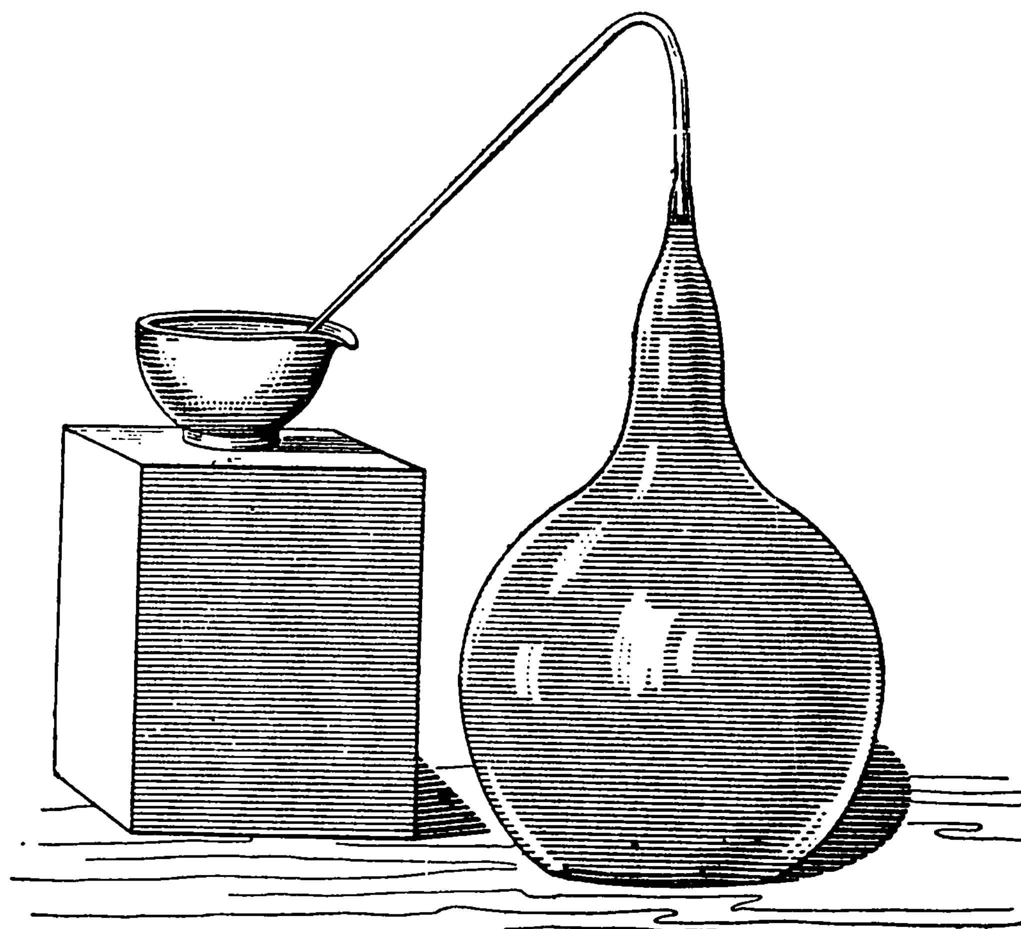


Рис. 142

том, способным жить и развиваться без влияния свободного кислорода.

В колбу емкостью в 2,5 л, форма которой изображена на рис. 142 вносится:

Нейтральный виннокислый кальций, кристаллический, чистый	100 г
Фосфорнокислый аммоний . . .	1 »
» магний . . .	1 »
» калий	0,5 »
Сернокислый аммоний	0,5 »

После этого колбу совершенно заполняют дистиллированной водой.

Чтобы удалить весь воздух, растворенный в воде и приставший к твердым частицам, колбу помещают в баню с хлористым кальцием, заключенную в большой цилиндрический жестяной сосуд, стоящий на огне. Отводная трубка колбы погружается в чашку из богемского стекла, на три четверти наполненную дистиллированной водой и также помещенную на огне. Жидкость в колбе и чашке кипятят

достаточно долго, чтобы удалить весь воздух, в них заключающийся. После этого отставляют огонь из-под чашки, тотчас же покрывают находящуюся в ней воду слоем масла и дают остыть.

На другой день закрывают пальцем открытый конец отводной трубки и погружают его в сосуд, наполненный ртутью. В опыте, который я опишу более подробно, колбу оставляли в таком положении две недели. Но если бы она осталась в этом положении и сотню лет, в ней все равно не появилось бы ни малейших следов брожения, ибо брожение виннокислой соли является следствием процесса жизни, а жизнь в колбе уже отсутствовала после кипячения.

Когда в достаточной мере убедились, что в колбе не было признаков деятельности, ее быстро заразили следующим образом. Вся жидкость, находившаяся в отводной трубке, была удалена с помощью тонкой каучуковой трубки и заменена примерно 1 $см^3$ жидкости с осадком из другой такой же колбы, но в которой уже шло самопроизвольное брожение в течение 12 дней. После этого отводную трубку немедленно же заполнили прокипяченной и охлажденной в углекислоте водой. Эта манипуляция занимает только несколько минут. Отводную трубку снова погружают в ртуть и с этого момента больше не вынимают из-под ртути; так как она припаяна к колбе и нигде нет ни корковой, ни каучуковой пробки, то всякое проникновение в жидкость воздуха становится невозможным. То маленькое количество его, которое проникло при заражении, слишком незначительно. Кроме того, можно легко доказать, что оно для закваски скорее вредно, чем полезно. В этой закваске находятся взрослые организмы, которые жили без воздуха и которые под действием его становятся больными и могут даже погибнуть. Как бы то ни было, чтобы избежать всяких возможных сомнений, в опытах, которые будут описаны в следующем параграфе, я удаляю и эту возможность аэрации, как бы мала она ни была.

В последующие дни посевной материал размножается. Осадок виннокислой соли мало-помалу исчезает. При этом на его поверхности и в глубине проявляется заметная деятельность. Осадок местами как бы приподнимается и покрывается черноватосерым вздутым слоем органического и студенистого вида.

В течение нескольких дней, несмотря на указанный процесс, происходящий в осадке, выделения газа не замечается. Если же слегка встряхнуть колбу, то со дна ее поднимаются довольно большие пузырьки, находившиеся в осадке. Последние увлекают с собой некоторое количество быстро оседающих твердых частиц, в то время как сами пузырьки, поднимаясь, уменьшаются в размере и частично растворяются, ибо жидкость еще не насыщена газом. Очень маленькие пузырьки успевают даже совершенно раствориться за то время, когда они проходят через толщу жидкости. Наконец, жидкость вполне насыщается газом, а виннокислая соль замещается мало-помалу бугристой коркой или прозрачными кристаллами углекислой извести, оседающими на дне и стенках сосуда.

Заражение было произведено 10 февраля. 15 марта жидкость уже была близка к насыщению. Пузырьки начинали собираться в изогнутой части отводной трубки. Чтобы ни один выделяющийся пузырек газа не потерялся, не будучи собранным и измеренным, над ртутью, в которую погружена отводная трубка, помещается наполненная и перевернутая пробирка. С 17-го по 18-е выделение газа шло непрерывно. Он был собран в количестве 17,4 см^3. Как этого и следовало ожидать на основании его полного растворения в начале опыта, он оказался чистым углекислым газом. Жидкость, помутневшая на другой день после заражения, стала, несмотря на выделение газа, такой прозрачной, что я мог читать сквозь горло колбы. Тем не менее очень активная работа происходила в осадке, именно там она вся и сконцентрировалась. Да и в самом деле, как могли бы находиться в ином месте вибрионы, которыми кишел осадок? Ведь виннокислый кальций еще более не растворим в воде, насыщенной углекислой известью, чем в чистой воде. Таким образом, в жидкости по крайней мере углеродистое питательное вещество совершенно отсутствовало. Каждый день продолжали собирать и анализировать весь выделяющийся газ. До самого конца он состоял из чистой углекислоты. Только в самые первые дни, при поглощении его концентрированным едким калием, получался очень небольшой остаток.

26 апреля всякое выделение газа прекратилось. Последние пузырьки поднялись 23 апреля. Колба все время оставалась в термостате

при 25—28°. Обьем собранного газа был равен 2,135 л. Чтобы определить общее количество образовавшегося газа, надо было прибавить еще ту часть его, которая оставалась в растворе в виде кислого углекислого кальция. Для этого переливали часть жидкости из колбы в другую такую же колбу, но меньшего размера, до черты на ее горлышке [121].

Предварительно эта колба была наполнена углекислым газом. Нагреванием углекислоту заставляли выделяться из сброженной жидкости и собирали ее над ртутью. Сделав подсчет, получили общее количество растворенного газа, равное 8,322 л. Это количество, прибавленное к 2,135 л, дает 10,457 л при 20° и 760 мм давления, или при 0° и 760 мм — по весу — 19,700 г углекислоты.

Ровно половина кальция употребленной виннокислой соли перешла в растворимые соли, образовавшиеся во время брожения. Другая же половина частью выпала в виде осадка углекислого кальция, частью же растворилась в жидкости, благодаря присутствию углекислоты. Растворимые соли состояли, как мне казалось, из смеси или соединения одного эквивалента пропионовокислого кальция и двух эквивалентов ацетата на десять эквивалентов выделившейся углекислоты. Это соответствует брожению трех эквивалентов нейтрального виннокислого кальция [122]. Однако эти данные требуют новых иссле-

---

[121] Не следует наполнять целиком маленькую колбу, потому что в этом случае часть жидкости легко может попасть на ртуть под пробирку.

Жидкость, конденсирующаяся благодаря кипению в конце определения, оказывается чистой водой, способность которой растворять при температуре опыта углекислоту известна.

[122] Вот любопытное следствие из этих цифр и из природы продуктов этого брожения.

Углекислота освобождается в совершенно чистом виде, особенно если жидкость была прокипячена для удаления из колбы всего воздуха, и эта углекислота может раствориться нацело. Из этого следует, что по мере ее образования, если объем жидкости достаточен и вес виннокислого кальция хорошо подобран, можно было бы оставлять фосфаты и виннокислый кальций в виде нерастворимого кристаллического порошка на дне заткнутого и наполненного водой сосуда, получая затем вместо них углекислый кальций, а в жидкости растворенные соли кальция и на дне скопление органического вещества. При

дований, и я не могу говорить с полной уверенностью о природе образовавшихся продуктов. Но это имеет мало значения, так как нас здесь интересует не формула брожения.

После того как брожение было закончено, на дне сосуда не осталось ни следа виннокислого кальция. Эта соль постепенно растворилась и разложилась на различные продукты брожения. На ее месте находились кристаллы углекислого кальция, избыток того, который остался нерастворенным под действием углекислоты. К этому осадку углекислого кальция присоединилось какое-то вещество животного происхождения. При исследовании под микроскопом оно оказалось состоящим из зернистых кучек и очень тонких нитей. Одни из них были короткие, другие более длинные, как бы пунктированные по всей своей длине. Указанное вещество обладало всеми свойствами органического азотистого вещества [123].

Из всего только что сказанного совершенно ясно, что это и есть фермент. Чтобы лучше в этом убедиться и наблюдать это вещество в его действии и в разгаре жизни, надо было сделать дополнительно следующее. Параллельно с только что описанным опытом был поставлен другой, точно такой же, который был прерван, когда брожение шло уже достаточно долго и около половины осадка виннокислой соли было уже растворено. Отводная трубка была отрезана напильником у основания горлышка колбы, и при помощи вертикальной прямой трубки была взята часть осадка для микроскопического наблюдения.

Тогда увидели массу очень тонких длинных нитей, имеющих около $^1/_{1000}$ мм в диаметре; длина их была разная и достигала $^1/_{20}$ мм

этом за все время не было бы ни выделения газа, ни признаков брожения, только жизнь и превращения в осадке виннокислого кальция свидетельствовали бы о работе фермента.

Легко подсчитать, что склянки или баллона в 5 л достаточно, чтобы произвести это спокойное и странное превращение 50 г виннокислого кальция.

[123] Весь осадок был обработан разведенной соляной кислотой, которая растворила оставшиеся нерастворенными углекислый кальций и фосфорнокислый кальций и магний. Затем жидкость была профильтрована через взвешенный фильтр. После высушивания при 100° получено 0,54 г органического вещества, или немного более $^1/_{200}$ веса сбраживаемого вещества.

(рис. 143). Множество этих длинных вибрионов двигалось, медленно ползая и извиваясь, обнаруживая до трех, четырех и пяти изгибов. Неподвижные нити имели тот же вид, как и подвижные, с той только разницей, что они были как бы пунктированы и состояли как будто из ряда неясно выраженных зернышек. Нет сомнения, что это были истощенные и мертвые вибрионы. Их надо сравнивать со старыми зернистыми формами пивных дрожжей, в то время как подвижные нити соответствуют молодым и активным дрожжам. Отсутствие движений у первых служит доказательством правильности этой точки зрения.



Рис. 143

Обе формы этих вибрионов были частью как бы соединены в пачки, сплетение которых мешало движению подвижных форм. Я заметил, кроме того, как кучки последних располагались на поверхности еще не растворенной виннокислой соли, в то время как скопления зернистых форм находились непосредственно на стеклянном дне колбы. Казалось, что они уничтожили виннокислую соль, их единственное углеродное питание, в том самом месте, где их обнаружили, и что они умерли, не будучи в состоянии переместиться вследствие взаимного переплетения при своем развитии. Кроме того, можно было наблюдать также еще иные вибрионы такого же диаметра, но очень короткие, быстро вертящиеся и пробегающие взад и вперед поле зрения. Они, вероятно, идентичны более длинному, но обладают, без сомнения, большей свободой движения благодаря своей меньшей длине.

Все эти вибрионы совершенно отсутствовали в жидкости.

Я должен заметить, что осадок, который кишит вибрионами, имеет слегка гнилостный запах. Следовательно, эти организмы обладают редуцирующей способностью, и, очевидно, этому обстоятельству надо приписать сероватую окраску осадка. Я полагаю, что как бы ни были

чисты употребляемые реактивы, они все-таки содержат всегда следы железа, переходящего в сернистое железо. Черная окраска последнего меняет первоначально белый цвет осадка еще не растворенной виннокислой соли и фосфатов.

Какова же природа этих вибрионов? Как я уже сказал, я думаю, что они ни что иное, как обычные гнилостные вибрионы, ставшие очень хилыми вследствие совсем особенных условий питания в бродильной жидкости. Одним словом, я думаю, что брожение, о котором идет речь, может быть названо гниением виннокислого кальция. В этом легко можно было бы убедиться, посеяв возбудителей этого брожения в среды, где они, развиваясь, имели бы обычный для них вид. Я этого еще не пробовал делать.

Еще несколько слов по поводу этих особенных организмов. Кажется, что значительное количество из них имеет как бы блестящую точку, род головки на одном конце. Однако эта иллюзия объясняется тем, что кончики этих вибрионов загнуты и свисают, вследствие чего на этом месте получается более сильное преломление света; по тем же причинам кажется, что этот конец шире. В этом легко можно разубедиться, когда при движении вибрионов эта изогнутость становится заметной, а потом снова переходит в вертикальное положение, располагаясь вдоль остальной части нити. В первом положении блестящая точка — *головка* — исчезает; она снова появляется во втором положении.

Основной вывод, вытекающий из совокупности всех предыдущих фактов, не должен вызывать никаких сомнений, и я не буду больше его доказывать. Вибрионы брожения нейтральной соли виннокислого кальция могут жить и развиваться без доступа воздуха.

§ 5. Новый пример жизни без воздуха. Брожение молочнокислого кальция

Как на другой пример жизни без воздуха, сопровождаемый брожением в собственном смысле этого слова, я укажу, наконец, на брожение молочнокислого кальция в минеральной среде.

В опыте, описанном в последнем параграфе, сбраживаемая жидкость и закваска находились в соприкосновении с воздухом в течение

очень короткого промежутка времени. Я хотел совершенно уничтожить какое бы то ни было влияние кислорода в момент заражения, хотя точные опыты и установили, что диффузия кислорода и азота в жидкость, совершенно лишенную воздуха, происходит далеко не сразу, а, наоборот, совершается постепенно и очень медленно.

Возьмем жидкость, в которой на 9—10 л воды приходится [124]:

Молочнокислого кальция чистого	225,0 г
Фосфорнокислого аммония . . .	0,75 »
Сернокислого магния	0,4 »
Фосфорнокислого калия . . .	0,4 »
Сернокислого аммония	0,2 »

26 марта 1875 г. этой жидкостью наполнили помещенный под огнем баллон емкостью в 6 л, изображенный на рис. 136 (см. стр. 752). Чашка, в которую погружена изогнутая шейка баллона, находится также на огне и наполнена той же жидкостью. Жидкость в баллоне и в чашке доводят одновременно до кипения и дают ей кипеть более получаса, чтобы удалить весь растворенный в ней воздух. Под давлением пара жидкость несколько раз то выходит из баллона, то входит в него, но та порция, которая входит, находится всегда в состоянии кипения.

На другой день, после охлаждения, переносят конец отводной трубки в сосуд, наполненный ртутью, и помещают весь аппарат в термостат с температурой от 25 до 30°. После этого, наполнив углекислым газом маленькую цилиндрическую воронку, находящуюся над краном, переносят в нее с необходимыми предосторожностями 10 см^3 жидкости такого же состава, как и предыдущая, но которая находилась в состоянии активного брожения без доступа воздуха в течение нескольких дней и в которой обильно развились вибрионы. Вслед за этим открывают кран под воронкой и оставляют в ней только очень маленькое количество жидкости, достаточное, однако, для того,

[124] Если раствор лактата кальция не был прозрачен, то можно осветлить его фильтрованием после предварительного прибавления небольшого количества фосфорнокислого аммония, дающего фосфорнокислый кальций. Фосфаты прибавляют к профильтрованной и прозрачной жидкости. Растворы мутятся очень легко при соприкосновении с воздухом, вследствие самопроизвольного образования бактерий.

чтобы воспрепятствовать проникновению воздуха в баллон. Таким образом, заражение проходит так, что ни бродильная жидкость, ни закваска не находятся в соприкосновении с наружным воздухом.

Брожение, о котором идет речь, вообще проявляется более или менее медленно, в зависимости от состояния посевного материала и количества внесенных в баллон вибрионов. В нашем опыте оно начало становиться заметным 29 марта, благодаря выделению очень маленьких пузырьков газа. Только начиная с 9 апреля можно было видеть более крупные и все более и более многочисленные пузырьки, поднимающиеся местами со дна баллона, где находился осадок щелочноземельных фосфатов. В это время жидкость, совершенно прозрачная в первые дни, помутнела вследствие присутствия и движения в ней вибрионов. На стенках баллона стали откладываться кристаллы углекислой извести.

Интересно отметить, что при нашей постановке опыта все способствует тому, чтобы исключить влияние воздуха. В самом деле, жидкость, вытесненная вначале из баллона, с одной стороны, нагреванием, заставляющим ее расширяться, с другой — давлением выделяющегося при брожении газа, располагается над ртутью. Там, находясь в соприкосновении с воздухом, она сейчас же наполняется бактериями, ибо эта жидкость является наиболее подходящей из числа известных мне для развития этих маленьких организмов [125].

[125] Натуралист Кон из Бреславля, который в 1872 г. опубликовал хорошую работу о бактериях (Cohn (F.). Ueber Bakterien und deren Beziehungen zur Fäulniss und zu Contagien.— Jahresberichte der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur, 50, 1872, col. 44—47), сообщает в ней, по Майеру, состав жидкости, весьма пригодной для размножения этих маленьких существ. Хорошо было бы сравнить ее с раствором лактатов и фосфатов, чтобы установить относительную полезность этих растворов для такого рода исследований. Вот рецепт Кона:

Дистиллированная вода	20,0	см³
Фосфорнокислый калий	0,1	г
Сернокислый магний	0,1	»
Трехосновной фосфат калия	0,01	»
Виннокислый аммоний	0,2	»

Жидкость, говорит автор, дает слабо кислую реакцию и совершенно прозрачна.

Последние препятствуют какому бы то ни было проникновению воздуха в баллон даже в том случае, если бы он, как это ни кажется невероятным, мог пройти между ртутью и стенками отводной трубки. Эти бактерии используют для своих нужд весь кислород, который стремится раствориться в жидкости, находящейся над ртутью. Таким образом, нет основания опасаться хотя бы малейшего проникновения кислорода в жидкость баллона.

Заметим сейчас же, что можно воспользоваться этим легким способом поглощения кислорода бактериями, чтобы лишить воздуха сбраживаемую жидкость с такой же и даже большей легкостью и полнотой, чем при помощи предварительного кипячения, как мы это только что делали. В самом деле, если не прокипятить жидкость, о которой идет речь, то она помутнеет при летней температуре в течение 24 час. вследствие *самопроизвольного* зарождения в ней бактерий. Легко доказать, что бактерии быстро поглощают весь растворенный в жидкости кислород[126]. Заполним указанной выше жидкостью колбу емкостью в несколько литров (см. рис. 142), отводная трубка которой, также заполненная, будет погружена в ртуть. Если через 48 часов жидкость, находящуюся над ртутью, заставить кипеть на бане с раствором хлористого кальция для того, чтобы собрать весь растворенный в ней газ, то анализ этого газа покажет, что последний состоит из смеси азота и углекислоты *без малейших следов кислорода.*

Вот, следовательно, прекрасное средство, чтобы удалить воздух из бродильной жидкости. Достаточно заполнить ею баллон и поместить его в термостат, с той единственной предосторожностью, чтобы внести в него маслянокислые вибрионы в качестве закваски только через 2—3 дня, когда он будет готов к заражению. Можно подождать даже и дольше; в этом случае, если жидкость не была заражена самопроизвольно зародышами маслянокислых вибрионов, то, замутившись вначале под влиянием бактерий, она потом снова становится прозрач-

[126] О быстрой адсорбции кислорода бактериями см. также мой мемуар от 1872 г. о так называемом самопроизвольном зарождении.

ной. Поглотив весь растворенный кислород, бактерии, лишенные жизни или, по крайней мере, способности передвигаться, падают инертными на дно сосуда. Я наблюдал несколько раз этот интересный факт, доказывающий, что маслянокислые вибрионы не могут рассматриваться как стадия развития других бактерий, так как, при гипотезе о родственном отношении этих организмов, маслянокислое брожение должно было бы следовать во всех случаях за развитием бактерий.

Я должен отметить еще одно замечательное и хорошо проведенное наблюдение для того, чтобы доказать влияние разницы в составе среды на развитие в них микроскопических организмов. Своеобразное брожение, которое я только что описал, начавшись 27 марта, продолжалось до 10 мая. Следующее же, проведенное на таком же количестве жидкости того же состава, закончилось в четыре дня. 23 апреля 1875 г. баллон, подобный изображенному на рис. 136 (стр. 752) и той же вместимости в 6 л, наполнили жидкостью такого состава, как было указано на стр. 798, но предварительно оставленной открытой в больших сосудах на пять дней, что вызвало появление в ней многочисленных бактерий. На пятый день несколько редких пузырьков, отходящих со дна сосудов, указали на начало маслянокислого брожения. Этот факт был подтвержден микроскопическим анализом, который показал присутствие вибрионов этого брожения на дне сосуда, внутри жидкости и даже в поверхностной пленке, кишащей бактериями. Таким образом приготовленная жидкость и была перенесена 23 апреля в 6-литровый баллон, помещенный над ртутью. С вечера же началось довольно активное брожение. 24-го оно пошло с поразительной быстротой; так продолжалось 25-го и 26-го, но к вечеру 26-го брожение замедлилось, а 27-го уже не было больше никаких признаков брожения. Это не является, как можно было бы предполагать, внезапной остановкой под влиянием каких-то неведомых причин. Брожение в самом деле закончилось, так как 28-го при исследовании сброженной жидкости не удалось обнаружить в ней ни малейшего следа молочнокислого кальция. Если бы когда-нибудь промышленность стала перед необходимостью добывать большие количества масляной кислоты, она, несомненно, нашла бы

в указанном факте важные указания для легкого и обильного получения этого продукта [127].

Прежде чем идти дальше, познакомимся поближе с вибрионами предыдущих брожений.

27 мая 1862 г. наполнили раствором лактата с фосфатами [128] колбу вместимостью в 2,780 л. Никакого посевного материала не было внесено. Жидкость помутнела вследствие развития бактерий, потом в ней пошло маслянокислое брожение. 9 июня брожение стало настолько активным, что за 24 часа можно было собрать над ртутью около 100 см^3 газа. 11 июня активность удваивается, что определяется по количеству газа, выделенного за 24 часа. Рассматриваем каплю мутной жидкости. Вот объяснение к рисунку (рис. 144), взятое из моих записей. Масса вибрионов очень подвижных, настолько, что даже трудно следить глазом за их движениями. Вот я вижу два вибриона, образующих цепочку и как будто делающих усилие, чтобы оторваться друг от друга. Очевидно, их соединяет слизистая, желатинообразная, невидимая

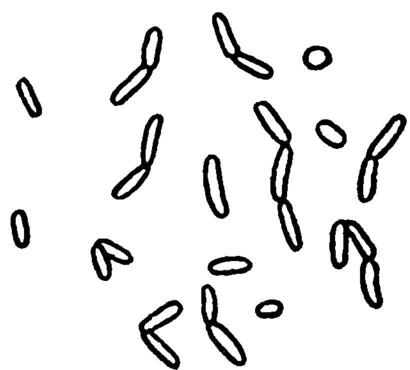


Рис. 144

[127] Как понять такую большую разницу между двумя занимающими нас брожениями? Правдоподобно приписать ее изменениям, внесенным в среду предшествующей жизнью бактерий или природой засеваемых вибрионов. Можно было бы также допустить, что при второй методике действие воздуха, которое не было совершенно устранено, так как во время наполнения баллона не было принято никаких предосторожностей, исключавших его влияние, привело к более легкому размножению анаэробных вибрионов, как это имело бы место, при прочих равных условиях, если бы дело шло о брожении, вызванном обыкновенными пивными дрожжами.

[128] На этот раз жидкость имела следующий состав: насыщенная чистым лактатом кальция при температуре 25°, она содержала на 100 см^3 25,65 г лактата $C_6H_5O_5CaO$. Ее доводили до полной прозрачности предварительным добавлением 1 г фосфата аммония с последующей фильтрацией. На 8 л этого прозрачного насыщенного раствора употреблялось:

Фосфат аммония	2 г
Фосфат калия	1 »
Фосфат магния	1 »
Сульфат аммония	0,5 »

нить, так как, наконец, в результате их усилий они уже больше не соприкасаются. Однако они не разъединены; один из них следует за всеми движениями другого. Но вот, наконец, они отделяются друг от друга и удаляются каждый в свою сторону, еще более подвижные и быстрые, чем раньше.

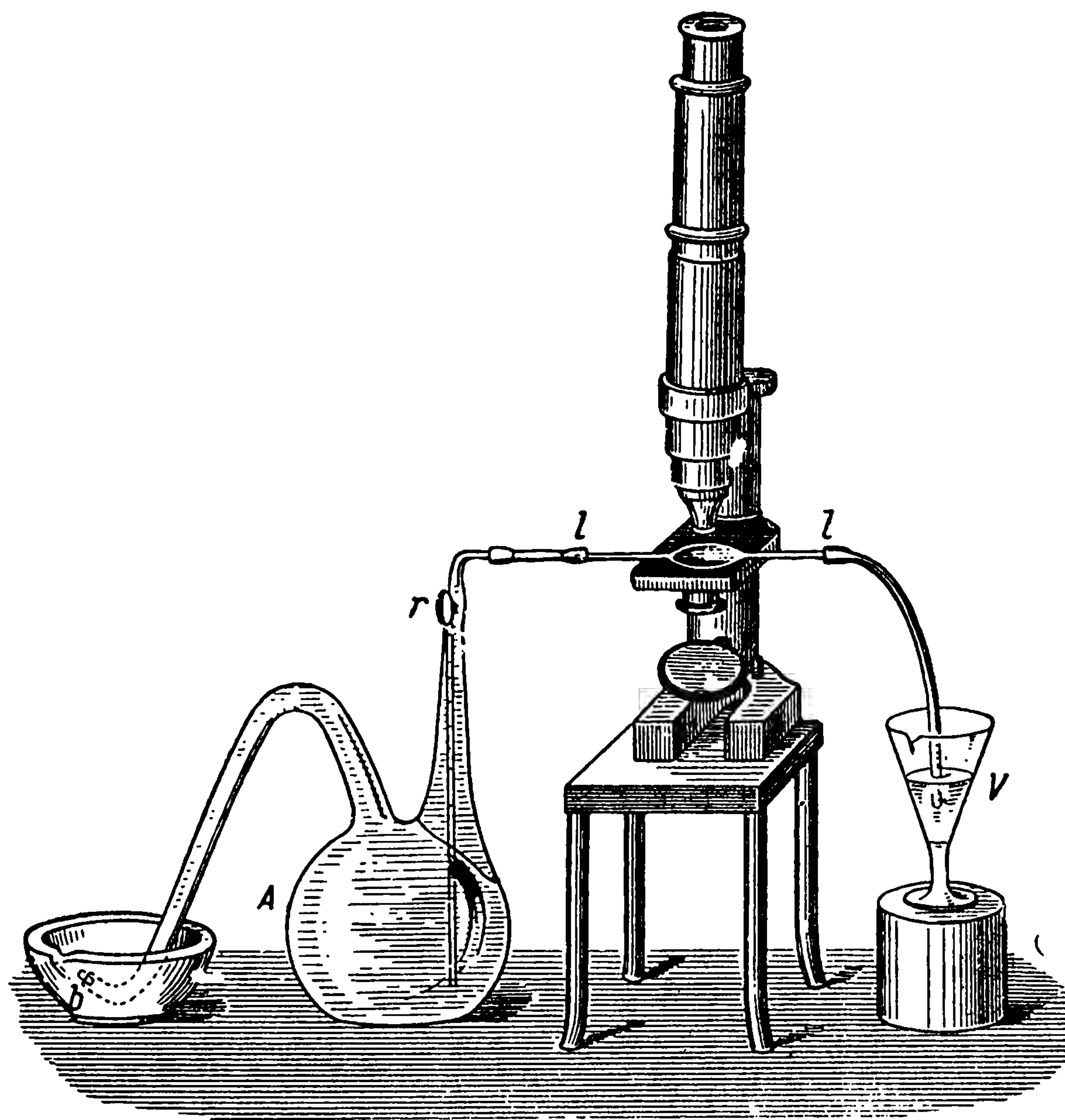


Рис. 145

Следующий метод является одним из лучших среди тех, которые могут быть приняты для микроскопических наблюдений над вибрионами в условиях отсутствия соприкосновения с воздухом. Когда маслянокислое брожение в баллоне *A* (рис. 145) идет уже полным ходом в течение нескольких дней, этот баллон соединяют при помощи каучуковой трубки со специально приготовленной чечевицей, находящейся на столике микроскопа (рис. 145). В момент наблюдения закрывают под ртутью в *b* отверстие конца отводной трубки баллона, предварительно оттянутой и изогнутой для выведения газов. Внутри

баллона развивается такое давление, что если открыть кран *r*, то жидкость вытесняется в чечевицу *l*, заполняет ее всю и выливается в стакан *v*. Таким способом можно наблюдать вибрионы, не приводя их в соприкосновение с воздухом, и притом так, как если бы объектив микроскопа был погружен в самый центр баллона. Тогда движение вибрионов и их размножение делением становятся видными во всей своей красоте. Это одно из самых занимательных зрелищ. Движение не останавливается при внезапном понижении температуры, даже довольно значительном, например, до 15°; оно только замедляется. Однако все же лучше наблюдать его при температурах, наиболее благоприятных для брожения. Это можно делать в том же термостате при 25—35°, где находятся опытные сосуды.

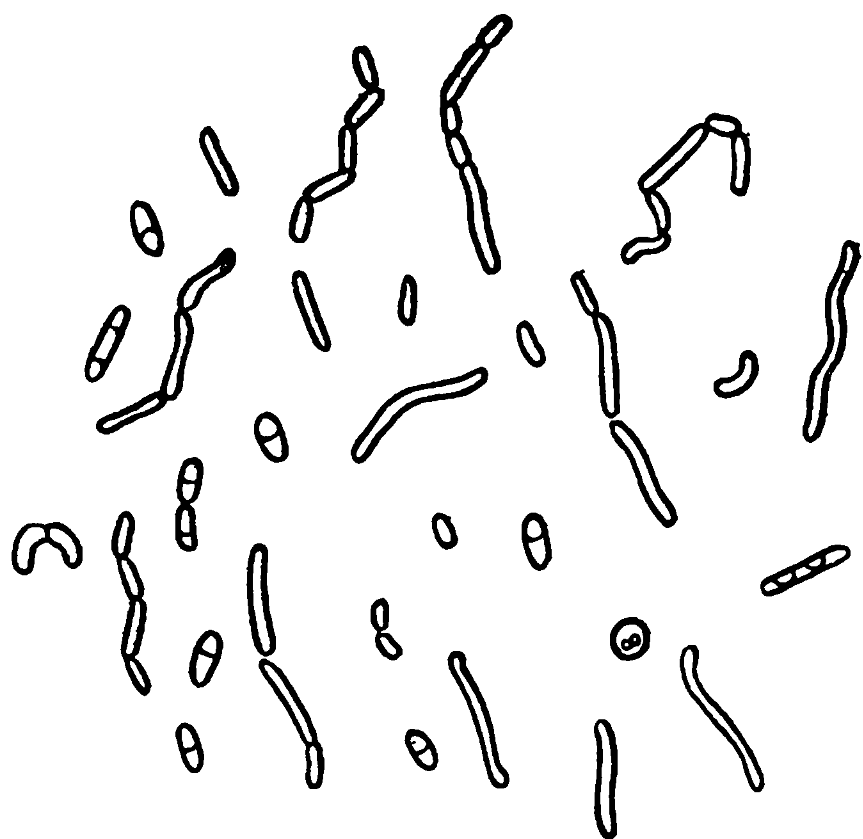


Рис. 146

Установив это, проследим снова за ходом брожения, которым мы только что занимались. 17 июня брожение дает газа в три раза больше, чем 11-го. В тот день остаток водорода после поглощения щелочью был равен 72,6%, сегодня же он составляет 49,2%. Исследуем снова мутную жидкость под микроскопом. Вот рисунок (см. рис. 146) и записи. Прекрасное зрелище! Все вибрионы двигаются или волнообразно извиваются. Они толще и длиннее, чем 11-го. Многие из них соединены в цепочки из извитых члеников, подвижных в местах сочленений. Чем длиннее эти цепочки или чем больше у них звеньев, тем они заметно менее подвижны. В обоих этих случаях движения их колебательные, медленные и спокойные. Такое описание относится к вибрионам, имеющим вид цилиндрических гомогенных палочек. Но имеются и другие, редко связанные в цепочки, имеющие на одном из своих концов блестящее тельце, т. е. более сильно преломляющее свет, чем остальная часть тела. Иногда тельце помещается

на том конце, который движется вперед, иногда же на противоположном. Длинные членики цепочек первых форм достигают 10—30 и до 45-тысячных миллиметра. Диаметр их равняется $1^1/_2$—2, очень редко 3-тысячным миллиметра.

28 июня брожение полностью закончено. Нет больше следов газа, нет также молочнокислой соли в растворе. Все инфузории падают неподвижными на дно колбы. Жидкость мало-помалу просветляется и в последующие дни становится совсем прозрачной.

Эти инфузории неподвижными и безжизненными падают на дно бродильного сосуда, потому что в жидкости нет уже больше молочнокислой соли — источника их углеродного питания. Являются ли они мертвыми или они способны вновь ожить? [129].

Следующий опыт дает основание думать, что жизнь не оставила их и что они ведут себя так же, как пивные дрожжи, которые после того, как они разложили весь сахар в бродильной жидкости, готовы снова регенерировать и начать размножаться в новой сахарной среде. 22 апреля 1875 г. сосуд с законченным брожением молочнокислого кальция оставили в термостате при 25°. Отводная трубка баллона *A* (рис. 147), где шло брожение, никогда не выходила из-под ртути. Каждый день наблюдали за жидкостью, и видно было, как она постепенно просветляется. Так прошло 15 дней. После этого наполнили другой подобный же баллон раствором молочнокислой соли. Этот раствор кипятят отчасти для того, чтобы выгнать растворенный в нем воздух, отчасти же для того, чтобы убить те зародыши вибрионов, которые он мог содержать. После охлаждения баллона *B* оба баллона соединили между собой, так, чтобы при этом не было сопри-

---

[121] Я говорю, что у них отсутствует углеродистое питание, а потому отсутствует и активная жизнь, питание вообще и размножение. Между тем в жидкости находится соль еще другой органической кислоты в таком же количестве, как и соль молочной кислоты. Это маслянокислый кальций. Почему эта соль в свою очередь не способствует жизни вибрионов? Эту тайну, мне кажется, легко объяснить. Молочная кислота выделяет теплоту при своем разложении, масляная же этим свойством не обладает. Вибрионы же нуждаются в теплоте для химической работы, необходимой для процесса питания.

косновения с воздухом[130]. Предварительно слегка взбалтывают баллон *A* для того, чтобы поднять со дна осадок. После этого производят давление при посредстве углекислого газа на конце *a* отводной трубки этого баллона. Благодаря этому, после того, как открыли краны *r* и *s*, осадок из баллона *A* был переброшен в баллон *B*. Таким

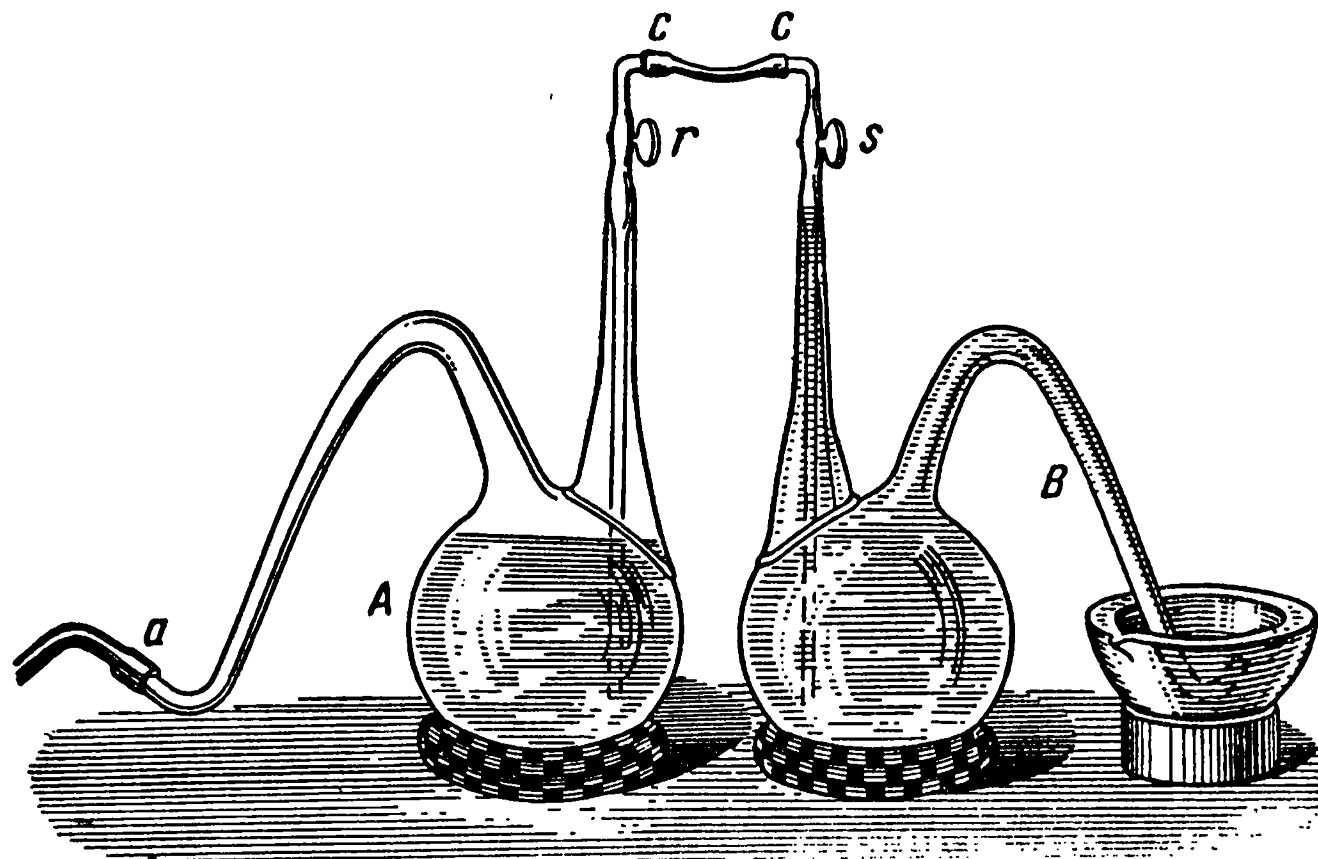


Рис. 147

образом, баллон В оказался зараженным осадком, образовавшимся в результате брожения, законченного уже пятнадцать дней назад. Через два дня в баллоне *B* появились признаки брожения. Следовательно, осадок вибрионов законченного уже маслянокислого брожения сохраняет, по крайней мере на время, способность вызывать брожение. Он является источником возбудителей маслянокислого брожения, способных к регенерации и деятельности в новой подходящей среде.

Читатель, внимательно следивший за изложенными нами фактами, не может, мне кажется, питать ни малейшего сомнения по поводу возможности размножения вибрионов, сбраживающих молочнокислый кальций, без соприкосновения с кислородом воздуха.

[130] Чтобы это сделать, достаточно наполнить изогнутые кончики правых трубок баллона так же, как и резиновые трубки *cc*, кипящей, освобожденной от воздуха водой.

Если нужны новые доказательства этого важного положения, то их можно найти в следующих наблюдениях, из которых вытекает, что кислород воздуха способен моментально остановить брожение, вызываемое маслянокислыми вибрионами, а также движение этих маленьких существ. Указанное обстоятельство лишний раз показывает нам, что этот вид организмов не нуждается в воздухе для того, чтобы жить. 7 мая 1862 г. помещают в термостат колбу вместимостью в 2,580 л, наполненную раствором молочнокислого кальция и фосфатов. 9-го ее заражают двумя каплями жидкости, в которой идет маслянокислое брожение. Брожение обнаруживается в последующие же дни. 16-го оно продолжается, но идет слабо. 18-го оно активно. 30-го оно очень активно. 1 июня оно дает 35 $см^3$ газа в час. Этот газ содержит 10% водорода. 2-го я исследую действие воздуха на вибрионы этого брожения. Для этого я отрезаю отводную трубку в том месте, где она припаяна к колбе, затем отбираю пипеткой 50 $см^3$ жидкости, которая, естественно, замещается воздухом. Тогда я опрокидываю колбу над ртутью и в продолжение более часа взбалтываю ее каждые 10 минут. Желая убедиться прежде всего в том, поглощен ли кислород, я соединяю кончик колбы под ртутью при помощи тонкой каучуковой трубки, полной воды, с другой маленькой колбой с оттянутым горлышком, тоже наполненной водой. Потом я приподнимаю большую колбу таким образом, что маленькая колба оказывается над нею. Открывая тогда зажим Мора, закрывавший каучуковую трубку, дают воде вытечь из маленькой колбы в большую, в то время как газ, наоборот, из большой колбы поднимается в маленькую. Тотчас же делают анализ газа и убеждаются в том, что, кроме углекислоты и водорода, он содержит еще только 14,2% кислорода; это соответствует поглощению его, равному 6,6 $см^3$ или 3,3 $см^3$ кислорода на 50 $см^3$ употребленного воздуха. После того как при помощи микроскопического наблюдения убедились, что движение вибрионов стало очень замедленным, отводная трубка была снова присоединена каучуком к большой колбе. Брожение замедлилось, но не прекратилось, вероятно потому, что жидкость не во всех своих частях была приведена в соприкосновение с воздухом, хотя колбу и взбалтывали после введения воздуха довольно продолжительное время. Как бы то

ни было, но смысл явления не вызывает никаких сомнений. Во всяком случае, чтобы лучше убедиться в характере действия воздуха на вибрионы, я наполнил наполовину две пробирки бродящей жидкостью из другого опыта, где брожение тоже было в разгаре. В одну из этих пробирок я пропустил воздух, в другую — углекислый газ. Через полчаса в пробирке с воздухом все вибрионы были мертвы или, во всяком случае, неподвижны, и брожение не восстановилось. В другой пробирке, после 3-часового действия углекислоты, вибрионы были очень подвижны и брожение продолжалось.

Одно очень простое наблюдение доказывает *смертельное* влияние атмосферного воздуха на вибрионы. В результате микроскопического исследования при помощи чечевицы, описанной и изображенной на стр. 670, мы установили, насколько показательно и легко можно выявить движение вибрионов в том случае, когда они совершенно лишены соприкосновения с воздухом. Повторим это наблюдение и одновременно проделаем с той же жидкостью обычное микроскопическое исследование, поместив капельку жидкости на предметное стекло и покрыв ее покровным стеклышком. Эти манипуляции неизбежно приводят капельку жидкости в соприкосновение с воздухом, хотя бы и на короткий момент. Тотчас же мы будем поражены той большой разницей в интенсивности движений вибрионов, которая наблюдается в стеклянной чечевице и под покровным стеклом. Мало того, под покровным стеклом можно видеть моментальную остановку всех движений у краев стекла, т. е. там, где капля жидкости испытывает влияние воздуха. В центре же движение сохраняется и тем дольше, чем большее количество вибрионов находится у края капли, следовательно, чем большее количество воздуха ими поглощается. Даже без большого навыка к таким наблюдениям можно ясно увидеть, что в первые моменты после наложения покровного стекла, когда капля почти вся соприкасается с атмосферным воздухом, все вибрионы оказываются вялыми и, несомненно, больными (я не нахожу другого выражения, чтобы выразить то, что наблюдается). Мало-помалу в центре капли они снова приобретают подвижность по мере того, как собираются в той части капли, которая в большей степени лишена кислорода.

Нет ничего более любопытного, чем соответствующее наблюдение с результатами противоположного характера, когда мы поступаем таким же образом с обычными аэробными бактериями. Стоит только поместить на предметное стекло каплю жидкости, полную этих бактерий, как сейчас же можно увидеть все бактерии неподвижными в центре покровного стекла, т. е. там, где кислород быстро исчезает в результате жизнедеятельности находящихся в том месте бактерий. Наоборот, движение чрезвычайно сильно по всем краям покровного стекла, потому что туда воздух постоянно притекает. Хотя в центре капли бактерии обычно моментально погибают, однако, если туда попадет случайно пузырек воздуха, то жизнь там будет продолжаться. Вокруг этого пузырька собирается масса бактерий в виде плотного копошащегося кольца. Как только весь кислород пузырька поглощен, бактерии падают без признаков жизни и рассеиваются по капле под влиянием движения жидкости [131].

Да будет мне позволено прибавить здесь, с точки зрения чисто исторической, что как раз эти два наблюдения, о которых я только что говорил и которые я имел случай в 1861 г. последовательно произвести над вибрионами и бактериями, и натолкнули меня вдруг на идею о возможности жизни без воздуха, а также на идею о том, что вибрионы, которые я встречал так часто при сбраживании молочнокислого кальция, должны как раз являться истинными возбудителями маслянокислого брожения.

Один очень интересный вопрос заслуживает того, чтобы мы остановились на факте существования двух форм вибрионов при маслянокислом брожении. Каково значение тех вибрионов, которые содержат преломляющие тельца чечевицеобразной формы, изображенные на рис. 146?

[131] Я нахожу, что этот факт, опубликованный мною в 1863 г., подтвержден в работе Г. Гофмана, озаглавленной: « Mémoire sur les bactéries», которая появилась на французском языке в «Annales des sciences naturelles (Botanique)», 5 série, 11, 1869. По этому поводу я сообщу одно еще не опубликованное наблюдение. Аэробные бактерии теряют совершенно способность двигаться в углекислом газе, когда их погружают туда внезапно. Но они как бы только анестезированы, так как восстанавливают эту способность сразу после того, как их вновь переносят на воздух.

Я очень склонен думать, что эти тельца служат для особого способа размножения вибрионов как тех анаэробных, которые нас сейчас интересуют, так и обычных анаэробных вибрионов, тоже образующих подобные тельца.

С этой точки зрения цисты, которые образуются в различных точках длинной оси вибрионов, представляют собой не что иное, как преломляющие тельца. Эти цисты появляются после известного числа генераций, размножившихся делением, а также под влиянием колебаний в составе среды, непрерывно меняющейся как в связи с брожением, так и вследствие жизнедеятельности самих вибрионов. Из такого рода яйца выходит впоследствии новый вибрион-палочка, размножающийся в течение некоторого времени делением с тем, чтобы потом образовать снова цисту. Различные наблюдения заставляют меня думать, что обычные формы вибрионов в виде маленьких, нежных, полных колбасок погибают при высушивании. Тельца же или цисты противостоят ему; они могут образовать пыль и быть унесены ветром. Все вещество, которое окружает тельце или цисту, оказывается лишним для сохранения зародыша, когда циста уже образовалась. Это вещество постепенно рассасывается, и циста остается одна. Эти цисты образуют тогда скопление телец, в которых самый опытный глаз не распознает ничего организованного, ничего такого, что напоминало бы вибрионы, давшие начало жизни тельцам. Однако эти маленькие тельца находятся в состоянии латентной жизни и ждут только благоприятных условий, чтобы образовать вибрионы-палочки.

Я не в состоянии подтвердить эти мысли достаточно достоверными доказательствами. Они мне подсказаны опытами, но ни один из этих опытов не является окончательно решающим в их пользу. Я приведу одно из моих наблюдений по этому поводу.

Однажды, при брожении глицерина в минеральной среде (я установил, что глицерин сбраживался действием маслянокислых вибрионов), установив присутствие почти исключительно чечевицеобразных форм вибрионов с преломляющими тельцами, я наблюдал, что брожение, которое по неизвестной причине было очень замедленным, внезапно возобновилось, и на этот раз уже под действием обычных форм

вибриона. Чечевицеобразные вибрионы с блестящими точками уступили место обычным формам. Первые остались только в небольшом количестве, и то в виде преломляющих телец, так как тела вибрионов, окружающие эти тельца, рассосались.

Другое наблюдение, стоящее в еще большем соответствии с высказанной гипотезой, изложено в моей работе «Болезнь шелковичных червей», т. I, стр. 256 *. Я доказываю там, что если поместить в воду порошок из высушенных вибрионов, содержащий массу таких преломляющих телец, то через несколько часов в воде появляются большие цилиндрические вибрионы без блестящих точек. Не наблюдается никакого перехода от меньших вибрионов к этим бóльшим. Получается так, как будто последние вышли уже вполне сформированными из преломляющих телец, как это мы наблюдаем у кольпод, выходящих из своих цист вполне взрослыми и объемистыми. Между прочим, это наблюдение является одним из лучших доказательств, которые можно привести в пользу отрицания самопроизвольного зарождения вибрионов и бактерий, так как вероятно, что бактерии ведут себя так же, как и вибрионы. Конечно, рассматривая в микроскоп точечную пыль, мы не можем сказать: это зародыши вибрионов, а то зародыши бактерий. Но как можно сомневаться в том, что вибрионы выходят из яйца цисты или определенного зародыша, если мы можем наблюдать следующее явление? Стоит только поместить в чистую воду такую неопределенную точечную пыль, как спустя час или два в ней появляются внезапно вибрионы, быстро пробегающие поле микроскопа. При этом совершенно отсутствуют переходные формы между видимыми точками и этими вибрионами.

Не вносят ли различия в форме и природе вибрионов, зависящие от их возраста и влияния условий среды, где они развиваются, соответствующие изменения в ход брожения и в природу образующихся продуктов? Я склонен думать, что это так, если судить по изменениям в соотношениях водорода и углекислоты при маслянокислом брожении. Мало того, водород не является даже постоянным продуктом этого брожения. Мне приходилось встречаться с такими маслянокислыми брожениями, где при разложении молочнокислого кальция совсем не образовывалось водорода, а только углекислота.

На рис. 148 представлены вибрионы, которые я наблюдал при одном из таких брожений. Они не представляют ничего особенного.

Бутиловый спирт является при таких брожениях, согласно моим наблюдениям, продуктом обычным, хотя и не постоянным и отнюдь не необходимым. Так как бывает, что бутиловый спирт может появляться в то время, как водород отсутствует, то можно было думать, что содержание этого спирта достигает своего максимума, когда нет водорода. Но это не так. В редких случаях, с которыми мне пришлось иметь дело и в которых отсутствовал водород, не было образования бутилового спирта *.

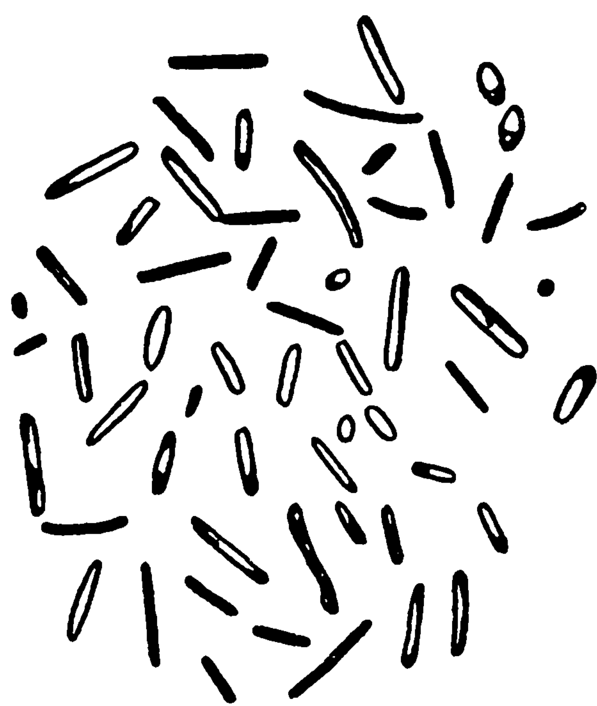


Рис. 148

Из совокупности фактов, изложенных в этом параграфе, мы можем сделать вполне достоверное заключение, с одной стороны, о том, что в случае маслянокислого брожения вибрионы, которыми кишит бродильная жидкость и которые являются возбудителями брожения, живут без воздуха, без свободного кислорода. С другой стороны, оказывается, что газообразный кислород подавляет движение этих вибрионов и их активность.

Следует ли отсюда, что соприкосновение жидкости, в которой идет маслянокислое брожение, с небольшим количеством воздуха может прекратить брожение или замедлить его? Я еще не провел прямых опытов в этом направлении. Я не был бы удивлен, если бы оказалось, что воздух может не только не повредить, но даже благоприятствовать размножению вибрионов и активировать брожение. Это как раз то, что мы наблюдали в случае пивных дрожжей. Но как согласовать эту гипотезу, если она оказалась бы обоснованной, с тем фактом, который мы приводим по поводу опасности соприкосновения маслянокислых вибрионов с воздухом? Возможно, что жизнь без воздуха является результатом привычки, а смерть при действии воздуха — следствием внезапной перемены в условиях существования вибрионов. Известен следующий замечательный опыт. В стеклянную

банку, емкостью в 1—2 л, помещают птицу и затем закрывают банку, Через некоторое время животное обнаруживает все признаки глубокого недомогания и удушья. Задолго до ее смерти в эту банку сажают другую такую же птицу такой же величины. Смерть последней наступает моментально, в то время как жизнь первой может еще продолжаться долго и ее можно даже легко вернуть к нормальному состоянию, вынув из банки. Как же не признать, что в данном случае имело место приспособление организма к среде, которая постепенно становилась губительной? Возможно, что подобным образом анаэробные вибрионы маслянокислого брожения, развивающиеся и размножающиеся совершенно без доступа свободного кислорода, тотчас же погибают при внезапном удалении их из среды, лишенной воздуха, но дело обстояло бы иначе, если бы им предоставляли воздух постепенно, небольшими порциями.

Мы вынуждены признать, что часто жидкость, соприкасающаяся с воздухом, изобилует вибрионами. Они потребляют кислород этого воздуха и не в состоянии перенести внезапное удаление последнего. Следует ли думать, что эти вибрионы совершенно отличны от вибрионов маслянокислого брожения? Было бы, пожалуй, более естественным предполагать, что здесь имеет место приспособление к жизни с воздухом у одних организмов и к жизни без воздуха у других. И те и другие гибнут при внезапном переходе из привычных для них условий в противоположные. Но при постепенном изменении условий не исключена вероятность перехода одних в другие [132].

Что касается дрожжей спиртового брожения, то мы знаем, что хотя, строго говоря, они могут жить совершенно без доступа воздуха, однако присутствие небольших количеств воздуха особенно благоприятствует их развитию, и я думаю на основании некоторых неопубликованных опытов, что нельзя безнаказанно вдруг подвергнуть дрожжи, после того как они развивались без воздуха, действию больших количеств кислорода.

Не забудем все же, что аэробные *torula* и анаэробные дрожжи дали нам пример организмов, одинаковых по внешнему виду.

[132] Можно было бы легко устранить все сомнения и разрешить эти вопросы прямыми опытами.

Однако мы не могли найти между ними родственных связей. Мы должны были признать их различными видами. Может быть существуют также аэробные и анаэробные вибрионы без возможного перехода одних в другие.

Был поднят вопрос о том, к какому миру, растительному или животному, относятся те вибрионы, которые, как я установил, являются возбудителями маслянокислого и многих других брожений, Робен придает особенно большое значение решению этого вопроса [133].

«Уже более четверти века,— говорит он,— прошло с тех пор, как стало возможным определить, какого происхождения, животного или растительного, являются как организмы в целом, так и их анатомические элементы, будь то вегетативные или репродуктивные, представленные всегда одной или несколькими клетками. Это определение как экспериментально, так и теоретически допускает достаточно высокую степень точности, и всем тем, кто занимается науками об организмах, необходимо при всех наблюдениях и опытах прежде всего точно установить, к какому миру организмов, животному или растительному, относится изучаемый ими объект, а также взрослый ли он или нет. Это определение для них важно так же, как важно для химика решить вопрос о том, азот или водород, мочевину или стеарин извлекает он из ткани или за каким из этих соединений он следит при тех или иных операциях.

«Однако почти все, занимающиеся брожениями, в собственном смысле этого слова, и гниением, с этим не считаются. Среди тех исследователей, на которых я намекаю, находится также Пастер. Он даже в самых недавних своих сообщениях не высказывается определенно о том, к какому миру, животному или растительному, относятся некоторые возбудители брожений, которые он исследовал. Исключение составляют, конечно, относящиеся к группе тайнобрачных, так называемые *torulaceae*. Тем не менее, некоторые места из его работ как будто довольно ясно показывают, что он считает тайнобрачные, называемые *бактериями,* и те, которые называют *виб-*

---

[133] Robin (Ch.). Sur la nature des fermentations. Journal de l'anatomie et de la physiologie, II, 1875, p. 379—403.

рионами, животными (см. «Bulletin de l'Académie de Médecine», 1875, 249, 251, 256; особенно 266, 267, 289 и 290). Однако указанные группы организмов сильно отличаются друг от друга, по крайней мере физиологически. Первые являются *аэробами,* тогда как вибрионы — *анаэробы*, т. е. не нуждаются в воздухе, чтобы жить; наоборот, они были бы убиты кислородом, если бы он растворился в жидкости в достаточно большом количестве».

Я не разделяю точки зрения моего ученого собрата. Думать, что не сказать о животной или растительной природе возбудителя брожения предосудительно так же, как смешивать азот с водородом, мочевину со стеарином, это значит, по-моему, впасть в заблуждение. Важность решения спорных вопросов зависит часто от точки зрения, с которой их рассматривают. Что касается результатов моих работ, то меня, занимали, главным образом, два положения: 1) организованным ли существом является фермент всякого брожения в собственном смысле этого слова? 2) может ли это организованное существо жить без воздуха? Какое значение может иметь для решения этих двух проблем вопрос о животной или растительной природе фермента, этого организованного существа? Когда я изучал, например, маслянокислое брожение, я старался установить два следующих основных положения: 1) *ферментом маслянокислого брожения является вибрион;* 2) *этот вибрион может жить без воздуха, и он действительно обходится без него, когда он действует в качестве фермента маслянокислого брожения.* Я совершенно не стремился высказаться о животной или растительной природе этого вибриона, и еще теперь это для меня больше дело чувства, чем убеждения, если я считаю этот вибрион скорее животным, чем растением.

Робен не видит никакого затруднения в том, чтобы установить границу этих двух царств. Вот как он выражается по этому поводу:

«Все разновидности клетчатки не растворимы в аммиаке так же, как и анатомические репродуктивные элементы растения, будь они женские или мужские. Какова бы ни была фаза развития элементов, воспроизводящих новый индивидуум, применение этого реактива на холоду или при нагревании не оказывает на них никакого заметного влияния; содержимое их делается только несколько более

прозрачным не растворяясь, однако, нацело. Всякое микроскопическое растение, всякий мицелий, всякая спора сохраняют при этом свою характерную форму, объем и строение. Совершенно обратное характерно для микроскопических животных и микроскопических яиц и эмбрионов различных животных».

Я очень рад узнать, что применение капли аммиака позволяет так уверенно решать вопрос о природе самого малого микроскопического организма. Но так ли это абсолютно, как хочется Робену? Сам он отмечает, что сперматозоиды, являющиеся животными организмами, не растворяются в аммиаке, а лишь бледнеют. Если бы на основании разницы в действии тех или иных реактивов, например, аммиака, возможно было установить границу между животным и растительным царством, то мы могли бы считать, что существует глубокое различие в природе между плесенями и бактериями, так как присутствие маленьких количеств кислоты в питательной среде способствует развитию плесеней и останавливает жизнедеятельность бактерий и вибрионов.

Хотя хорошо известно, что способность к движению присуща не исключительно только животным, однако я всегда склонен был считать вибрионы животными именно благодаря их способности к самостоятельному движению. Какое различие между их движениями и движениями, например, диатомовых водорослей? Если вибрион встречает какое-нибудь препятствие, он его обходит или, как бы убедившись после заметных усилий в невозможности пройти через него, он возвращается назад. Кольподы, инфузории, относящиеся, несомненно, к животным, ведут себя так же. Правда, можно сказать, что зооспоры некоторых тайнобрачных ведут себя таким же образом. Но разве нельзя говорить о животной природе этих зооспор в той же мере, как и сперматозоидов? Что же касается бактерий, то как можно отказаться от мысли о том, что у них существует инстинкт жизни такой же, каким нас поражают животные? Я описывал выше, как они окружают пузырек воздуха в жидкости для того, чтобы продолжить свою жизнь, потому что в других местах им нехватает кислорода. Мне кажется, что Робен неправ, когда он желает получить математическое решение вопроса о границе между животным

и растительным миром. Но, я повторяю еще раз, это решение, каково бы оно ни было, не связано серьезно с теми вопросами, которые составляют предмет моих исследований.

И разве не мнимое это во многих отношениях затруднение, которое ставит Робен, когда он не хочет, чтобы употребляли слово *зародыш,* если нельзя определить, к какому миру этот зародыш принадлежит — растительному или животному? Во всех вопросах, которые я разрабатывал, касались ли они брожения или самопроизвольного зарождения, слово *зародыш* всегда означало прежде всего *начало жизни.* Если Либих, например, говорил про белковое вещество, что именно оно дает начало ферменту, то можно ли было бы привести более ясное возражение, чем то, которое я сделал? Нет, фермент — это организованное существо, у которого имеется зародыш, а белковое вещество, если оно и принимает участие в процессе, то только для питания зародыша и его последующих поколений.

Разве не было бы в высшей степени неправильным, если бы в моем мемуаре 1862 г. о так называемых *самопроизвольных* зарождениях я стремился бы установить названия видов микроскопических организмов, встречавшихся при моих наблюдениях? Не говоря уже о том, что мне это было бы очень трудно сделать, потому что существует еще и теперь много неясного в наименованиях этих маленьких организмов, работа моя потеряла бы в ясности. Во всяком случае я удалился бы от моей главной цели, состоявшей в том, чтобы установить присутствие или отсутствие жизни вообще, а никоим образом не в том, чтобы обнаружить жизнь того или иного животного или растительного вида в частности. Я прибегал поэтому систематически к довольно неопределенным наименованиям, как: *мукоровые, торула, бактерии, вибрионы...* Это не произвол. Произвол заключается скорее в принятии определенных правил номенклатуры в применении к мало известным организмам, которые сходны между собой или различаются такими свойствами, истинное значение которых неизвестно. Почитайте многочисленные и разнообразные наименования, которые были придуманы за последние годы для разных видов бактерий и вибрионов, в работах Кона, Гофмана, Галлира, Бильрота, и вы увидите, какая большая там царит путаница.

Я далек, однако, от того, чтобы эти различные работы ставить на одинаковую высоту, с точки зрения присущей каждой из них точности.

Наоборот, прав Робен, когда он признает, что теперь уже нельзя, как он это делал раньше, поддерживать теорию о том, что «брожение это явление внешнее, что оно протекает вне клеток тайнобрачных и что это явление контакта. Это действительно,— прибавляет он,— акт внутренний, молекулярный, протекающий внутри вещества каждой клетки». В тот день, когда я доказал, что все организованные ферменты, в собственном смысле этого слова, могут зарождаться и развиваться благодаря намеренному или случайному занесению их зародышей в минеральную среду, лишенную органического вещества, где азот имеется только в виде аммиака, а весь необходимый для построения фермента углерод может быть доставлен ему только сбраживаемым веществом, с того времени теория Либиха так же, как и теория Берцелиуса, поддерживавшаяся ранее Робеном, должна была уступить место другим теориям, стоящим в большем соответствии с фактами. Я надеюсь, что наступит день, когда Робен принесет публичное покаяние по поводу учения о самопроизвольном зарождении, которое он продолжает отстаивать, не приводя, однако, прямых доказательств, в конце той статьи, на которую я здесь отвечаю.

Я посвятил бóльшую часть этой главы возможно более точному установлению столь важного в физиологическом отношении факта, как возможность жизни без воздуха и ее связь с явлениями брожений в собственном смысле этого слова, которые вызываются одноклеточными микроскопическими организмами. Это главная основа той новой теории, которую я предлагаю для объяснения явлений брожения. Детали, в которые я входил, были необходимы отчасти из-за новизны вопросов, отчасти же из-за необходимости опровергнуть критику двух немецких натуралистов Брефельда и Траубе, работы которых вызвали некоторое сомнение в точности фактов, на которых я основываю указанные выше положения.

Я счастлив, имея возможность добавить, что как раз во время просмотра корректуры этой главы я получил от Брефельда брошю-

ру * (отправленную из Берлина в январе 1876 г.), в которой он с полной откровенностью заявляет, что после постановки новых экспериментальных исследований он признает, что он и Траубе ошибались. Жизнь без воздуха является теперь положением, которое он принимает как вполне доказанное. Он ее наблюдал у *mucor racemosus* и проверил на пивных дрожжах. «Если,— говорит он,— в результате моих предыдущих исследований, сделанных со всей возможной точностью, я пришел к выводу о неправильности утверждений Пастера и необходимости их оспаривать, то теперь я не колеблюсь признать эти положения правильными и готов объявить во всеуслышание об услуге, которую оказал Пастер, первый указав на истинное соотношение вещей в явлениях брожения». В своих новых исследованиях Брефельд пользовался методом, который я употреблял уже давно для обнаружения жизни и размножения маслянокислых вибрионов без всякого доступа воздуха, методом культур в минеральных средах, содержащих вещество, способное бродить. Я не останавливаюсь на других второстепенных критических замечаниях Брефельда. Чтение настоящего труда покажет ему, я надеюсь, что эти возражения не более обоснованны.

Постараться убедить самого себя в истинности своих собственных предвидений — это первый шаг к прогрессу; убедить же других — это второй. Есть еще третий, может быть менее полезный, но тем не менее очень заманчивый; он состоит в том, чтобы убедить своих противников. Поэтому я испытал большое удовлетворение при известии о том, что по вопросу, который интересует в высокой степени физиологов, изучающих жизнь клетки, мне удалось привести к моей точке зрения на редкость искусного исследователя.

§ 6. Ответ на критические замечания Либиха, опубликованные в 1870 г.**

В моем мемуаре о спиртовом брожении, опубликованном в 1860 г., и в некоторых последующих работах я пришел к иному, чем Либих, толкованию причин этого замечательного явления. Взгляды по этому поводу Митчерлиха и Берцелиуса не могли больше выдер-

жать критики перед наличием новых фактов, которые я наблюдал. С тех пор я был убежден, что знаменитый мюнхенский химик склонился к моей точке зрения. Он долго хранил молчание по этому вопросу, который был до тех пор, как это свидетельствуют все его работы, предметом его постоянных исследований. Но вдруг в «Annales de chimie et de physique» появилась большая статья, повторяющая сообщения, прочитанные им в Баварской академии в 1868 и 1869 гг. Либих снова поддерживает, не без некоторых изменений, взгляды, высказанные им в предыдущих работах, и оспаривает правильность главных фактов, изложенных в моем докладе 1860 г. и служивших основанием моей аргументации против его теории.

«Я допускал,— говорит он,— что распад бродящего вещества на более простые соединения должен быть сведен к процессу разложения, протекающему в ферменте. Действие этого фермента на бродящее вещество продолжается или прекращается в зависимости от продолжения или прекращения изменений, происходящих в самом ферменте. Молекулярные изменения в сахаре вызываются, следовательно, разрушением или изменением одной или нескольких составных частей фермента и могут иметь место только при соприкосновении двух веществ. Пастер рассматривает брожение следующим образом. Химический акт брожения существенным образом связан с жизненным актом; он начинается и кончается вместе с ним. Он думает, что не бывает спиртового брожения без того, чтобы одновременно не шло образование, развитие и размножение клеток или же не продолжалась бы жизнь уже образовавшихся клеток. Допущение, что разложение сахара при брожении связано с развитием дрожжевых клеток, стоит в противоречии с фактом сбраживания дрожжами чистого раствора сахара. Дрожжи состоят, главным образом, из вещества, богатого азотом и содержащего серу. В это вещество входит, кроме того, значительное количество фосфатов. Очень трудно понять, как в отсутствие этих элементов в бродящем растворе чистого сахара количество клеток может увеличиваться».

В противоположность тому, что думает Либих, мысль о связи разложения сахара при брожении с развитием дрожжевых клеток или продолжающейся жизнью уже сформировавшихся клеток ни-

сколько не стоит в противоречии со способностью дрожжей сбраживать чистую сахарную воду. Каждому, кто изучал такое брожение под микроскопом, ясно, что клетки дрожжей размножаются даже в том случае, когда они находятся в совершенно чистой сахарной воде. Это происходит потому, что клетки приносят с собой все те питательные вещества, которые нужны для жизни дрожжей. Можно видеть, что они почкуются значительно слабее, но, без сомнения, и те клетки, которые не почкуются, тоже продолжают жить. Жизнь проявляется не только в размножении и делении клеток.

Если вернуться к моему мемуару 1860 г., то из таблицы опытов D, E, F, G, H, I, (стр. 143) можно видеть, что вес дрожжей, в случае брожения чистой сахарпой воды, значительно увеличивается, несмотря даже на то, что дрожжи отдают этой сахарной воде растворимые составные части. В опытах, на которые я ссылаюсь, вес твердых дрожжей, промытых и высушенных при 100°, значительно превосходит вес первоначально взятых дрожжей, высушенных при той же температуре.

В этих опытах вес дрожжей, выраженный в граммах, был:

2,313	0,699
2,626	0,326
1,198	0,476

После брожения вес не считая тех веществ, которые дрожжи отдали сахарной жидкости, стал:

2,486	0,712
2,965	0,335
1,700	0,590

Разве такая значительная прибавка в весе не означает, что дрожжи живут, или, если предпочтительнее другое выражение, что они являются очагом глубоких химических процессов питания и ассимиляции?

Я напомню по этому поводу один из моих первых опытов, описание которого можно найти в «C. r. de d'Acad. sci.» за 1857 г. Он ясно показывает все то влияние, которое могут иметь на брожение

растворимые вещества, отдаваемые сахарной воде дрожжевыми клетками.

«Я беру две равные части свежих дрожжей, промытых в большом количестве воды. Одной из них я вызываю брожение чистой сахарной воды. Из другой же порции я извлекаю целиком — кипячением с большим количеством воды — все растворимые вещества и, отфильтровав дрожжи, прибавляю к прозрачной жидкости столько сахара, сколько я внес при первом брожении, и столь незначительные следы свежих дрожжей, что их вес не может исказить результаты опыта. Посеянные дрожжи почкуются, жидкость мутнеет, мало-помалу образуется осадок дрожжей. Параллельно с этим идет разложение сахара, заметное уже через несколько часов. Эти результаты было легко предвидеть. Но вот факт, который следует отметить. Вызывая подобным приемом организацию растворимой части второй порции дрожжей в дрожжевые клетки, мы находим разложение значительного по весу количества сахара. Вот результаты одного опыта. 5 г дрожжей сбродили в шесть дней 12,9 г сахара и оказались истощенными. Растворимая часть тех же 5 г дрожжей сбродила в девять дней 10 г сахара, и развившиеся из посевного материала дрожжи также оказались истощенными».

Возможно ли, чтобы при брожении чистой сахарной воды растворимая часть дрожжей не принимала участия в образовании новых или же в завершении развития старых клеток? Ведь согласно предыдущему опыту, азотистая и минеральная часть дрожжей, отделенная кипячением, может тотчас же служить для образования новых клеток, которые получаются под влиянием следов посеянных дрожжей и вызывают сбраживание больших количеств сахара [134].

[134] Здесь важно отметить, что при сбраживании чистой сахарной воды дрожжами на активность брожения оказывает большое влияние кислород, первоначально растворенный в воде, а также и тот, который могли адсорбировать дрожжевые клетки при соприкосновении с воздухом. В самом деле, если пропустить сильную струю углекислоты в сахарную воду и в воду, в которой развели дрожжи, то брожение оказывается сильно замедленным и затрудненным. Новые дрожжевые клетки образуются в небольшом количестве и принимают причудливые и уродливые формы. Так и должно быть, потому что мы видели, что несколько постаревшие дрожжи не могут ни развиваться, ни вызы-

Словом, у Либиха нет основания говорить, что раствор чистого сахара, поставленный бродить с дрожжами, не содержит никаких питательных для них веществ — ни азота, ни серы, ни фосфора — и что, следовательно, сахар не должен был бы бродить. Этот раствор, напротив, содержит все эти элементы благодаря внесению и присутствию в нем дрожжей.

Продолжим обсуждение критических рассуждений Либиха.

«К этому,— продолжает он,— надо добавить, что разлагающее действие пивных дрожжей аналогичное их действию на сахар, распространяется на большое количество веществ. Я показал, что яблочнокислый кальций сбраживается довольно быстро пивными дрожжами и распадается при этом на три другие соли кальция, а именно: уксуснокислую, углекислую и янтарную. Если действие дрожжей основано на их развитии и размножении, то нелегко объяснить действие их на яблочнокислый кальций и другие кальциевые соли органических кислот».

Но это, я прошу прощения у моего знаменитого противника, совершенно неверно. Дрожжи не действуют ни на яблочнокислый кальций, ни на другие кальциевые соли органических кислот. Либих уже раньше с удовлетворением указывал, что мочевина в присутствии дрожжей может переходить при спиртовом брожении в углекислый аммоний. Я доказал обратное. Либих повторяет здесь ошибку того же порядка. При брожении, о котором он говорит (брожение яблочнокислого кальция), мы имеем дело с самопроизвольно появляющимися дрожжами, зародыши которых примешаны к дрожжам. Они там развиваются в смеси дрожжей с яблочнокислым кальцием. Дрожжи служат только питательным материалом для этих новых ферментов и не принимают никакого иного участия в брожении, о котором идет речь. Мои исследования не оставляют никаких сомнений по этому поводу. В этом можно убедиться и по предыдущему параграфу на основании наблюдений, относящихся к брожению виннокислого кальция.

вать брожение в бродильной жидкости, снабженной всеми необходимыми для дрожжей питательными веществами, если она лишена воздуха. Не должно ли это тем более иметь место и в сахарной воде, лишенной воздуха?

Без сомнения, бывают обстоятельства, когда дрожжи вызывают изменения в различных веществах. Деберейнер [135] и Митчерлих [136] показали нам, что дрожжи выделяют в воду растворимое вещество, разлагающее тростниковый сахар, инвентируя его с присоединением частицы воды, подобно тому как диастаз разлагает крахмал, а эмульсин, присоединяя воду, разлагает амигдалин. А Бертло указал, что можно выделить это вещество, осаждая его спиртом, как осаждают диастаз из его растворов [137].

[135] Doebereiner. Beitrag zur chemischen Geschichte der Gährungsmittel. Journal für Chemie und Physik, 12, 1814, p. 229—237.— Expériences sur le ferment. Journal de Pharmacie, I, 1815, p. 342—345.

[136] По поводу мемуара Розе (Rose. Ueber die Gährungsfähigkeit der Zuckerarten. Annalen der Physik und Chemie, 52, 1841, 293—297) Митчерлих выражается следующим образом: «Инверсия тростникового сахара при спиртовом брожении вызывается не клетками фермента, а растворимым в воде веществом, с которым они смешаны. Жидкость, которую получают, пропуская фермент через фильтр, обладает свойством превращать тростниковый сахар в некристаллизующийся сахар» (Rapport annuel sur les progrés de la chimie de Berzelius. Paris, 1843, p .278.— Monatsbericht der k. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1840, p. 390).

[137] Бертло (Berthelot. Sur le ferment glucosique du sucre de canne. C. r. de l'Acad. sci., 50, 1860, 980—984) подтверждает приведенный выше опыт Митчерлиха и показывает, кроме того, что растворимое вещество, о котором говорит Митчерлих, осаждается спиртом, сохраняя при этом свою инвертирующую способность.

Наблюдения Митчерлиха, касающиеся растворимого фермента дрожжей, Бешан распространил на плесени. Этот исследователь показал, что плесени так же, как и дрожжи, выделяют в воду вещество, инвертирующее сахар. Если введением антисептика помешать зарождению плесеней, то сахар не инвертируется.

По этому поводу я должен отстранить заявление Бешана о приоритете. Я первый показал, это всем известно, что живые ферменты могут образоваться во всех своих частях без помощи света и зеленого вещества из своих зародышей, введенных в чистую воду, к которой прибавлены сахар, аммиак и фосфаты. Бешан, опираясь на давно известный факт о зарождении в сахарной воде плесеней, которые, как он установил, инвертируют сахар, претендует на то, что он, таким образом, доказал положение, что «организованные живые ферменты могут зарождаться в средах, лишенных белковых веществ» (Béchamp (A.), C. r. de l'Acad. sci, 75, 1872, p. 1519—1523). Оставаясь последо-

Все эти факты замечательны, но пока они имеют еще очень неопределенное отношение к спиртовому брожению сахара, вызываемому дрожжами. Мои исследования показали существование при многих брожениях особых дрожжей, живых ферментов, о которых думали, что это — простые явления контакта. Они, несомненно, установили глубокую разницу между брожениями, которые я называю таковыми в собственном смысле слова, и явлениями, обусловленными растворимыми веществами. Чем дальше мы продвигаемся, тем больше выступает эта разница. Дюма настаивает на том, что ферменты брожений, в собственном смысле этого слова, размножаются во время своего действия, в то время как другие разрушаются [138].

вательным, Бешан мог бы сказать, что он доказал зарождение плесеней в чистой сахарной воде без азота, фосфатов и других минеральных элементов. Это как раз тот неприемлемый вывод, который вытекает из его работы, где нет даже ни малейшего выражения удивления по поводу того, что плесени могли вырасти в чистой воде с чистым сахаром, без других минеральных или органических элементов.

Первое сообщение Бешана об инверсии сахара относится к 1855 г. (Béchamp. Influence que l'eau pure et certaines dissolutions salines exercent sur le sucre de canne. Ibid., 41, 1855, p. 436—438). В нем совершенно не поднимается вопрос о влиянии плесеней. Второе, где он отмечает такое влияние, относится к 4 января 1858 г. (Béchamp. De l'influence que l'eau pure ou chargée de divers sels exerce à froid sur le sucre de canne. Ibid., 46, 1858, p. 44—47). Следовательно, она вышла позже моей работы о молочнокислом брожении, напечатанной в ноябре 1857 г. В этой работе я установил в первый раз, что молочнокислый фермент — это живой организм, что белковые вещества не имеют непосредственного отношения к причинам, вызывающим брожение, а служат только питательным веществом для фермента. Упомянутая вторая работа Бешана появилась также после моей первой работы о спиртовом брожении от 21 декабря 1857 г.

С момента появления этих двух статей стала более понятной преобладающая роль жизнедеятельности микроскопических организмов в явлениях брожения. Достоверно и то, что стоило только им появиться, как Бешан, который с 1855 г. не отмечал действия плесеней на сахар, хотя и замечал их присутствие, тотчас же изменил свои прежние выводы (C. r. de l'Acad. sci., 75, 1872, p. 1519—1523).

138 «Существуют две группы ферментов. Одни, представителем которых являются пивные дрожжи, размножаются и возобновляются, если в бродящей жидкости имеются питательные вещества, в которых они нуждаются. Другие,

Совсем недавно Мюнц показал, что хлороформ угнетает брожение в собственном смысле этого слова и не вредит действию диастаз [139].

Бушарда установил, что «синильная кислота, ртутные соли, серный эфир, спирт, креозот, эфирные масла скипидара, лимона, гвоздики и горчицы прекращают или замедляют спиртовое брожение и нисколько не влияют на ферментативные разложения глюкозидов, салигенина и производных бензойной кислоты» [140].

Надо отдать честь проницательности Бушарда, ибо этот искусный наблюдатель всегда считал указанные результаты доказательством зависимости спиртового брожения от жизни дрожжевых клеток и различал два рода брожений.

Поль Бер * в своих замечательных исследованиях о влиянии атмосферного давления на жизненные процессы выяснил, что сжатый кислород убивает некоторые организованные ферменты и не вредит в таких же условиях действию веществ, называемых *растворимыми ферментами,* как, например, фермент, инвертирующий тростниковый сахар, эмульсин... Под влиянием сжатого воздуха брожения, в собственном смысле останавливаются и, будучи подвергнуты действию свободного воздуха, они не возобновляются, если избегают заражения извне.

Теперь я подхожу к основному возражению Либиха, которым он заканчивает свою искусную защитительную речь и которому он посвящает не менее 8—9 страниц в «Annales de chimie et de physique».

Дело идет о возможности заставить дрожжи расти в сахарной воде, к которой прибавлены аммонийные соли и зола дрожжей. Этот факт, очевидно, несовместим с теорией Либиха, полагающего, что ферментом является всегда белковое вещество в процессе распада. Здесь же белки отсутствуют. Имеются только основные минеральные вещества, которые послужат для их образования. Как известно, Либих считал, что дрожжи, и вообще любой фермент, состоят из азоти-

---

представителем которых является диастаз, во время своего действия разрушаются» (Dumas. C. r. de l'Acad. sci., 75, 1872, p. 277).

[139] Müntz (A.). Sur les ferments chimiques et physiologiques. C. r. de l'Acad. sci., 80, 1875, p. 1250—1253.

[140] Bouchardat. Sur la fermentation saccharine ou glucosique. Annales de chimie et de physique, 3 sér., 1845, 14, p. 61—67.

стых белковых веществ, которые, например, подобно эмульсину, способны вызывать химические процессы разложения. Он связывал брожение со способностью белков легко разлагаться и представлял себе явление следующим образом: «Белковое вещество в процессе своего разложения обладает способностью сообщать некоторым другим телам то же состояние движения, в котором находятся в этот момент его собственные атомы. Своим контактом с другими телами белковое вещество делает их способными разлагаться или вступать в другие соединения». Либих не признавал, следовательно, что дрожжи в качестве живого организма могут иметь какое-либо отношение к брожению.

Эта теория была впервые изложена в 1843 (1839) г. * В 1846 (1841) г. Бутрон и Фреми в докладе о молочнокислом брожении, опубликованном в «Annales de chimie et de physique» **, без достаточных оснований пошли в своих заключениях еще дальше. Они восхищаются тем, что одно и то же азотистое вещество может при соприкосновении с воздухом претерпевать различные превращения и быть последовательно то спиртовым, то молочнокислым, то маслянокислым ферментом и т. д. Нет ничего более удобного, чем такие гипотетические теории, не представляющие необходимого выражения фактов. Когда появляются новые факты, не согласующиеся с первоначальной гипотезой, на них нанизывают новые гипотезы. Это как раз то, что сделали и Либих и Фреми под влиянием моих исследований, начатых в 1857 г. Фреми придумал в 1864 г. теорию о полуорганизмах ***. Это означало просто, что он оставил либиховскую теорию 1843 (1839) г. вместе с теми добавлениями, которые он и Бутрон внесли в нее в 1846 (1841) г. Другими словами, он оставил мысль о том, что ферментами являются белковые вещества, чтобы принять новую гипотезу, согласно которой белковые вещества при соприкосновении их с воздухом способны превращаться в новые, живые существа. Согласно его мнению, живые ферменты, которые я открыл, например, пивные и виноградные дрожжи, происходят как раз таким путем.

Теория о полуорганизмах — это буквально устарелая теория Тюрпена. В этом можно убедиться, вернувшись к главе IV (стр. 634). Но

публика в этом не разобралась, особенно некоторая ее часть. Это была эпоха жарких споров по вопросу о самопроизвольном зарождении. Новое слово *полуорганизм* было единственной новостью в сообщении Фреми, но оно импонировало. Думали, что Фреми открыл истинное решение вызывавшей интерес большой проблемы. Правда, трудно понять, каким образом белковое вещество могло стать вдруг живой, почкующейся клеткой. Фреми легко разрешил затруднение. Он говорит, что это происходит под влиянием силы, которая ускользала до настоящего времени от нашего внимания, под влиянием «органической тренировки».

Вынужденный, как и Фреми, пожертвовать своими взглядами на природу ферментов, Либих придумал следующую туманную теорию (упомянутый выше доклад 1870 г.).

«Роль, которую играет растительный организм в явлениях брожения, не вызывает сомнений. Только благодаря его вмешательству белковые вещества и сахар могут соединиться, чтобы образовать то особого рода соединение — или неустойчивую форму,— которое оказывает, как составная часть микодермы, свое действие на сахар. Если микодерма перестает расти, то связь, соединяющая составные части содержимого клетки, разрушается, и, благодаря происходящему при этом движению, дрожжевые клетки вызывают перегруппировку или разделение элементов сахара с образованием других органических молекул» *.

Можно было думать, что переводчик «Annales» ошибся,— так много неясностей заключается в этом отрывке.

Возьмем ли мы эту теорию в ее старой или новой форме, в том и другом случае она очень плохо согласуется с развитием дрожжей и брожением в сахарной минеральной среде; в упомянутом выше опыте брожение очень тесно связано с жизнью дрожжей, с их питанием и с непрерывным обменом между ними и питающими их веществами. Это видно из того, что весь ассимилированный углерод берется из сахара, азот — из аммиака, а фосфор — из фосфатов раствора. К чему же в таком случае необоснованные теории о действии контакта и передаваемого движения? Опыт, о котором идет речь,— опыт решающий. В нем как раз заключается вся суть спора. Без сомнения, Либих

мог сказать: но ведь ваш опыт констатирует движение жизни и питания, движение, которое может передаваться и в котором нуждается моя теория. Любопытно, что он и в самом деле пытается это говорить, правда, робко и между прочим. «С точки зрения химической, которую я не хотел бы оставлять, *жизненный процесс* есть *явление движения,* и в этом смысле мнение Пастера не противоречит моему и не является его опровержением (стр. 6)». Это верно. И в другом месте:

«Может быть, что единственной связью между физиологическим процессом и явлением брожения является образование в живой клетке вещества, обладающего особым свойством, подобным тому, которым обладает эмульсин по отношению к амигдалину и салицину. Это вещество и вызывает разложение сахара на другие органические молекулы. Физиологический процесс в этом случае необходим для образования такого вещества, но не имеет никакого другого отношения к брожению». И против этого я не возражал бы.

Однако Либих не останавливается на этих соображениях, о которых он упоминает как бы мимоходом, потому что он хорошо чувствует, что для доказательства его теории они являются только увертками. Если бы он настаивал на этом или ограничил бы на этом свои возражения, я ответил бы просто так. Если вы признаете, как и я, что брожение связано с жизнью и питанием дрожжей, то мы в главном согласны. И если такое согласие между нами существует, то займемся, если хотите, выяснением глубоких причин брожения. Это уже второй вопрос, весьма отличный от первого. Наука живет последовательным решением вопросов *почему*,— все более и более тонких, все более и более приближающихся к сущности явлений. Если дело идет о том, чтобы обсудить вопрос о способе, которым живые организованные существа разлагают сбраживаемые вещества, то я буду все же оспаривать вашу гипотезу о передающемся движении. Мне представляется, что истинную причину брожения надо искать скорее всего в факте жизни без воздуха, свойственном многим ферментам.

Итак, посмотрим, как Либих судит об опыте с брожением дрожжей в сахарной минеральной среде, столь несовместимым с его точкой зрения [141]. После углубленного обсуждения он объявил этот опыт

[141] См. мой мемуар о спиртовом брожении 1860 г. *

неправильным и плохо обоснованным. Однако Либих вовсе не такой человек, чтобы отрицать что-либо без серьезных мотивов только для того, чтобы избегнуть затруднительного спора. «Я повторил,— говорит он,— много раз и с большой тщательностью этот опыт и получил те же результаты, что и Пастер, за исключением образования и размножения дрожжей». Но в образовании и размножении дрожжей и заключается весь смысл опыта. Спор оказался, таким образом, ясно ограниченным. Либих отрицает, что дрожжи могут развиваться в сахарной минеральной среде, а я утверждаю, что это развитие имеет место и что его легко можно показать.

В 1871 г. я ответил Либиху в Академии наук в Париже сообщением, в котором я предлагал в присутствии специально избранной комиссии приготовить в минеральной среде столько дрожжей по весу, сколько Либих благоразумно потребует [142]. Я был смелее, чем я был бы, может быть, в 1860 г. ибо мои познания по этому вопросу были подкреплены десятью годами новых исследований. Либих не принял моего предложения и оставил даже без ответа мое сообщение. До самой своей смерти, последовавшей 18 апреля 1873 г., он ничего больше не писал по этому поводу [143].

Когда в 1860 г. я опубликовал детали опыта, о котором идет речь,

---

[142] Pasteur. Note sur un Mémoire de M. Liebig relatif aux fermentations C. r. de l'Acad. sci., 73, 1871, 1419—1424 *.

[143] Либих сделал в своем мемуаре 1870 г. странное признание:

«Покойный друг мой Пелуз,— говорит он,— сообщил мне девять лет назад результаты работ Пастера по брожению. Я ему ответил, что в то время я не чувствовал расположения менять свое воззрение относительно причины брожения, что если бы возможно было производить или размножать дрожжи при помощи аммиака в бродящих жидкостях, промышленность быстро овладела бы этим фактом, и что я хочу дождаться этого, но до сего времени ничего не изменилось в производстве дрожжей».

Я не знаю, какой ответ Либиху продиктовал справедливый ум Пелуза, но нетрудно догадаться, что Пелуз, вероятно, заметил своему знаменитому другу, что никогда возможность получения денежной прибыли от приложения в большом масштабе каких-либо новых научных фактов не являлась критерием правильности этих фактов. Кроме того, я мог бы доказать достоверным свидетельством весьма почтенных практиков, в частности Пезейра, директора винокуренных заводов, что и в этом пункте Либих заблуждался.

я настоятельно указывал на трудности его проведения и на возможные причины неуспеха. Я показал, в частности, что сахарные минеральные среды гораздо более пригодны для питания бактерий и молочнокислых дрожжей и других низших организмов, нежели для пивных дрожжей. Эти среды легко наполняются различными организмами в результате самопроизвольного заражения зародышами, находящимся во взвешенной в воздухе пыли. Вследствие того, что такие среды не вполне пригодны для жизни дрожжей, в них не наблюдают зарождения этих организмов, особенно в начале опыта. Строго говоря, дрожжи могут появиться там после развития других организмов, изменяющих первоначальную минеральную среду внесением в нее белковых веществ. В моем докладе от 1860 г. можно прочесть не без интереса о фактах такого же порядка, касающихся брожения, вызываемого с помощью альбуминов, например, альбумина крови. Из этих фактов я, между прочим, сделал вывод о существовании в сыворотке нескольких различных альбуминов. Это заключение было впоследствии подтверждено другими исследователями, особенно Бешаном.

В опытах с брожением в сахарной среде, с прибавлением к ней золы дрожжей и аммонийной соли, Либиху, без сомнения, не удалось избавиться от затруднений, связанных с самопроизвольным зарождением других организмов, помимо дрожжей. Кроме того, чтобы обеспечить успех этих опытов, следовало также иметь больше доверия к микроскопическим наблюдениям, чем им оказывает Либих, судя по некоторым местам его статьи. Ученики Либиха, я уверен в этом, могли бы сообщить нам, что он никогда не пользовался этим инструментом, а между тем без его помощи всякое точное исследование брожения не только трудно, но даже почти невозможно. Я, как и Либих, тоже не получил по упомянутым причинам простого спиртового брожения. В моем опыте, подробности которого я описывал в моем докладе 1860 г., шло одновременно и молочнокислое и спиртовое брожение. Образовавшаяся в значительных количествах молочная кислота остановила развитие возбудителей молочнокислого брожения и дрожжей спиртового брожения, и больше половины сахара осталось в жидкости несброженной. Это все же ни в чем не затрагивает правильности заключения, которое я вывел из этого и других аналогичных

опытов. Можно даже сказать, что общая и философская точка зрения, единственно нас здесь интересующая, подтверждена вдвойне. Ибо я показал пригодность минеральных сред для одновременного развития не только одного, но и нескольких организованных ферментов. Наличие случайной ассоциации различных организмов не лишает силы вывод, согласно которому весь азот клеток спиртовых и молочнокислых дрожжей происходит от аммонийных солей, а весь углерод этих ферментов заимствован от сахара, потому что сахар являлся единственным содержащим углерод веществом в испытуемой среде. Либих прошел мимо выводов, вытекающих из этих фактов, ибо это уничтожило бы все нагроможденные им критические замечания. Он пытался создать видимость серьезного возражения, взяв за аргумент тот факт, что я не имел простого спиртового брожения.

Было бы бесполезно продолжать спор по поводу трудностей, которые представляло раньше размножение дрожжей в сахарной минеральной среде. В самом деле, с тех пор положение вещей значительно изменилось благодаря успеху моих исследований. Это и сделало меня столь смелым, что я в моем ответе Либиху в Академии наук в 1871 г. предложил приготовить в сахарной минеральной среде в присутствии им же указанной комиссии столько дрожжей, сколько потребуется, и провести сбраживание определенного количества сахара.

В самом деле, в предыдущих главах мы приобрели сведения относительно чистых дрожжей и работы с ними в присутствии чистого воздуха. Эти сведения позволяют нам совершенно устранить факторы, зависящие от случайной примеси зародышей посторонних организмов, приносимых воздухом, стенками сосудов или самими дрожжами.

Обратимся снова к нашему баллону с двумя шейками (рис. 89) емкостью в 3—4 л.

Поместим туда следующие вещества:

Чистая дистиллированная вода	
Кристаллический сахар	200 г
Кислый виннокислый калий . .	1,0 »
» » аммоний . .	0,5 »
Сернокислый аммоний	1,5 »
Зола дрожжей	1,5 »

Прокипятим раствор, чтобы убить все зародыши организмов, которые могут находиться в воздухе, в жидкости и на стенках баллона. Поместив на конец оттянутой и изогнутой трубки для большей предосторожности асбест, оставим сосуд охлаждаться. После этого через прямое горло сосуда, заканчивающееся, как известно, резиновой трубкой со стеклянной пробкой, введем в жидкость следы дрожжей. Вот подробности одного из таких опытов.

9 декабря 1873 г. произведен посев чистыми дрожжами *saccharomyces pastorianus*. 11 декабря, следовательно, только через 48 час. после засева, становится заметной масса маленьких пузырьков, почти беспрерывно поднимающихся со дна. Это указывает на начало брожения. В последующие дни несколько островков пены появляется на поверхности жидкости. Оставляют баллон спокойно стоять в термостате при 25°. 24 апреля 1874 г. пробу жидкости, взятую из правого горлышка, исследуют на присутствие сахара. Оказывается, что осталось меньше 2 г; таким образом, 198 г уже исчезло. Через некоторое время брожение закончилось, но опыт прекратили только 18 апреля 1875 г.

В этом опыте не выросло решительно ничего, кроме дрожжей, оказавшихся в изобилии. Это обстоятельство, в связи с устойчивой жизнеспособностью дрожжей, несмотря на слабую пригодность среды для их питания, позволило довести брожение до конца. В жидкости не осталось даже самых маленьких количеств сахара. Общий вес дрожжей после промывания и высушивания при 100° был равен 2,563 г.

В опытах этого рода, где следует производить взвешивание дрожжей, лучше не пользоваться золой дрожжей, которая не растворяется нацело и которую потом нелегко отделить от образовавшихся дрожжей. В этом случае с успехом может быть применена среда Ролена (см. стр. 604).

Не все дрожжи спиртового брожения в одинаковой степени способны строить свое тело с помощью фосфатов, аммонийных солей и сахара. Встречаются такие, развитие которых останавливается задолго до полного разложения сахара. В одной серии сравнительных опытов, где для каждого вида дрожжей было взято по 200 г сахара,

оказалось, что *saccharomyces pastorianus* сбродил весь сахар, творожистые дрожжи разрушили $^2/_3$, а дрожжи, которые я назвал *новыми дрожжами верхнего брожения,*— меньше $^1/_5$. Более продолжительное пребывание баллонов в термостате не увеличило количеств сброженного сахара в двух последних случаях.

Я проделал очень большое количество опытов с брожением в минеральной среде ради одного обстоятельства, которое не безынтересно вспомнить. Один из работавших в моей лаборатории считал, что успех моих опытов зависит от примесей в кристаллическом сахаре, который я употреблял. По его мнению, дрожжи не могли бы размножаться, если бы сахар был совершенно чистым, значительно чище, чем продажный белый кристаллический сахар, употреблявшийся мной до тех пор. Настойчивые возражения моего друга и желание убедить его заставили меня повторить снова все мои прежние опыты, пользуясь очень чистым сахаром. Такой сахар был приготовлен по моей просьбе искусным кондитером Сеньо с особой тщательностью. Полученные результаты подтвердили мои прежние выводы. Однако упорство моего оппонента еще не было побеждено. Он взял на себя труд приготовить самый чистый сахар в мелких кристаллах повторной перекристаллизацией отобранного продажного кристаллического сахара. После этого он повторил сам мои опыты. На этот раз все его сомнения были рассеяны. Оказалось, что брожение в среде с совершенно чистым сахаром было даже несколько ускорено, а не замедлено, по сравнению с брожением продажного кристаллического сахара.

Я прибавлю здесь еще несколько слов по поводу невозможности превращения дрожжей в *penicillium glaucum.*

Если слить с дрожжевого осадка бродильную жидкость в любой период брожения, то этот осадок может находиться в соприкосновении с воздухом без того, чтобы в нем можно было заметить малейшие следы образования *penicillium glaucum.* Можно беспрерывно пропускать через баллон чистый воздух; от этого результаты опыта не изменятся. Однако среда очень подходит для развития этой плесени. Если внести в сосуд хотя бы только несколько спор *penicillium,* то на поверхности осадка появляется обильный рост этой плесени. Описания Тюрпена, Гофмана и Трекюля основаны, следовательно, на одном

из обманчивых наблюдений, так часто встречающихся при микроскопических исследованиях.

Когда я изложил в Академии эти факты [144], Трекюль не хотел их понять *.

«...Согласно Пастеру,— говорит он,— пивные дрожжи являются *анаэробами,* т. е. они живут в жидкости, лишенной свободного кислорода. Для того, чтобы они превратились в аэробные *mycoderma* и *penicillium*, совершенно необходимо привести их в соприкосновение со свободным воздухом, так как иначе, как это показывает самый термин, аэробиоз невозможен. Чтобы превратить пивные дрожжи в *mycoderma cerevisiae* или *penicillium glaucum,* необходимо соблюдать те условия, при которых обе эти формы были получены. Если Пастер продолжает держать дрожжи в условиях, которые не могут вызывать желаемое превращение, то ясно, что его результаты всегда будут отрицательными».

В противоположность тому, что совершенно безосновательно утверждает Трекюль, я вовсе не держу дрожжи в таких условиях, которые не могут вызвать превращение их в *penicillium.* Мой опыт — мы это только что видели — имеет как раз, главным образом, целью привести это маленькое растение в соприкосновение с воздухом в таких условиях, при которых *penicillium* может прекрасно расти. Я делаю как раз то, что проделали Тюрпен и Трекюль. Именно то, что по их требованиям должно быть проделано, с той единственной разницей, необходимой для точности наблюдения, что я устраняю все возможности ошибок, о чем они нисколько не беспокоились. В баллонах с двумя горлышками, так часто упоминаемых в этом труде, можно значительно облегчить проникновение и выход воздуха, не прибегая к применению непрерывного тока его. Наметив напильником черту на изогнутом и оттянутом горлышке на расстоянии 2—3 см от баллона, производят на этом месте карандашом для резания стекла трещину по окружности горлышка. После этого снимают верхнюю часть горлышка, закрывают тотчас же отверстие проведенной через пламя бумагой и обвязывают последнюю ниткой вокруг оставшейся части

[144] Pasteur. Production de la levûre dans un milieu minéral sucré. C. r. de l'Acad. sci., 78, 1874, p. 213—217.

горлышка. Таким способом можно увеличить или продолжить в баллоне плодоношение плесеней и жизнь аэробных дрожжей.

То, что я говорю о *penicillium glaucum*, относится в равной степени и к *mycoderma cerevisiae*. Вопреки утверждениям Тюрпена и Трекюля, дрожжи при соприкосновении с воздухом, как, например, в условиях только что описанного опыта, не образуют ни *mycoderma vini*, ни *mycoderma cerivisiae*, ни *penicillium*.

Опыты предыдущих параграфов, касающиеся зарождения организованных ферментов в минеральных средах описанного состава, имеют очень большое физиологическое значение. Они показывают, между прочим, что все белковые вещества дрожжей могут быть образованы при посредстве жизненной активности клеток, которые без помощи света и свободного кислорода (или при доступе свободного кислорода, если дело идет об аэробных плесенях) используют для этого углеводы, аммонийные соли, фосфаты и сульфаты калия и магния. Можно было бы принять, что, в сущности, подобный же процесс происходит и в высших растениях. Какой серьезный мотив можно было бы привести при современном состоянии науки против признания этого процесса общим? Было бы логично распространить результаты, о которых мы говорили, на все растения и считать, что белковые вещества растений и, может быть, даже животных образуются исключительно благодаря активности клеток. Последние действуют на аммонийные соли, на минеральные соли сока растений или плазмы крови и на углеводы. В таком случае помощь химической силы зеленого света требовалась бы только для образования углеводов в высших растениях.

С этой точки зрения образование белковых веществ должно идти независимо от важного процесса восстановления углекислоты под влиянием света. Эти вещества образуются не из элементов воды, аммиака и углекислоты в результате разложения последней. Они образуются на месте, в самих же клетках, соединением углеводов, доставляемых соком, с фосфатами калия и магния и с аммонийными солями. Наконец, в растительном веществе, образованном за счет углеводов и минеральной среды, углеводы могут сильно варьировать. Вместе с тем трудно допустить, чтобы углеводы восстанавливались

до своих элементов, прежде чем пойти на построение белка. Поэтому можно надеяться получить столько различных белковых веществ и даже целлюлоз, сколько существует углеводов. Я начал исследования в этом направлении *.

Если лучистая энергия солнца необходима для разложения углекислоты и построения первичных элементов высших растений, то некоторые низшие организмы могут обходиться без нее. Тем не менее, они образуют столь сложные вещества, как жиры, такие углеводы, как клетчатка, а также различные органические кислоты и белковые вещества. Свой углерод они заимствуют не из углекислоты, уже насыщенной кислородом, а от других веществ, еще способных окисляться и доставлять теплоту при этом окислении. Примером таких веществ могут служить спирт и уксусная кислота, если называть углеродистые вещества из числа наиболее удаленных от составных частей организма. Указанные вещества, как и многие другие, тоже способны служить источником углеродного питания для пленочных дрожжей и плесеней; они могут быть получены синтетически из углерода и водяных паров по методам, которым наука обязана Бертло. Отсюда следует, что для некоторых низших организмов жизнь может быть возможна даже в том случае, если погаснет солнечный свет [145].

---

[145] См. по этому вопросу мои наблюдения, которые я представил Академии наук на заседаниях от 10 и 24 апреля 1876 г. (Sur la végétation du mais. C. r. de l'Acad. sci.; 82, 1876, p. 792—793.— Sur la végétation des plantes dépourvues de chlorophylle. Ibid., p. 942—943).

ГЛАВА VII

НОВЫЙ СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПИВА

Основы нового способа промышленного приготовления пива уже заложены в принципах, которые мы установили в этой работе. Характерной особенностью этого способа является возможность получения хорошо сохраняющегося, а может быть и непортящегося пива. В этом легко убедиться.

Вначале мы доказали, что изменения, происходящие в пивных дрожжах, в пивном сусле и в самом пиве, обусловлены присутствием микроскопических организмов совершенно иной природы, нежели природа дрожжей в точном смысле этого слова.

Благодаря продуктам, образующимся при размножении этих микроорганизмов в сусле, дрожжах и пиве, изменяются свойства последних и затрудняется их длительное хранение.

Кроме того мы установили, что эти микроорганизмы, вызывающие ухудшение свойств пива, и эти ферменты заболеваний никогда не образуются в результате самозарождения. Каждый раз, когда они появляются в сусле или пиве, они попадают туда извне, либо вместе с пивными дрожжами, либо с пылью из воздуха, либо с орудий производства, либо из сырья, которое употребляется для приготовления пива.

Мы знаем также, что эти ферменты заболеваний или их зародыши погибают в пивном сусле при температуре кипения. Эти данные позволяют, в чем мы уже убедились, сделать вывод, что в предварительно прокипяченном пивном сусле, хранящемся в присутствии очищенного воздуха, никаких брожений не возникает.

Следовательно, поскольку все возбудители болезней сусла и пива погибают в варочном котле, а применение чистой культуры пивных

дрожжей исключает попадание посторонних возбудителей, можно было бы изготовить пиво, в котором не разовьются посторонние организмы, портящие продукт, если бы обработка сусла после варки и охлаждения протекала без доступа обычного воздуха, или же в контакте с очищенным воздухом, если бы в сусло вносилась чистая культура дрожжей и если бы после брожения пиво разливалось в сосуды, не содержащие никаких возбудителей болезней [146].

§ 1. Предварительные опыты

Мы можем убедиться в достоверности этих выводов. Излагаемый ниже опыт был одним из первых, поставленных мною для их проверки. Я прокипятил пивное сусло, взятое с пивоваренного завода, в колбе с прямой шейкой объемом в 1 л и в то время, когда пар еще выходил из горлышка, я соединил эту колбу с другой колбой, имеющей две шейки, в которой я вырастил чистые дрожжи. Пробка и стеклянная трубка, использованные для соединения колб, предварительно помещались на некоторое время в кипящую воду. После того как сусло в колбе остыло, причем колбы в течение этого времени были расположены, как это указано па рисунке 149, я приподнял колбу с двумя шейками для того, чтобы влить немного жидкости, содержащей дрож-

[146] Г-н Галлан, пивовар **из Максевилля, около** Нанси, опубликовал в ноябре 1875 г. брошюру, которая была перепечатана в журналах пивоварения того времени. Эпиграфом к брошюре стояло: «Говорили: «Воздух загрязнен, удалим его». Мы говорим: «Воздух загрязнен, очистим его»». Эти два афоризма, взятые по отдельности или вместе, как раз и выражают то новое, что содержится в опубликованных мною работах о пиве, и г-н Галлан ошибается, приписывая заслуги второго афоризма себе. (Смотрите мое сообщение в C. r. de l'Acad. sci. от 17 ноября 1873 г. (Étude sur la bière; nouveau procedé de la fabrication pour la rendre inaltérable) и текст патента от 13 марта того же года).

Г-н Галлан с целью практического применения последнего из двух вышеуказанных принципов разработал специальное приспособление собственной конструкции; но эти приспособления могут быть весьма разнообразны. Г-н Вельтан, пивовар из Марселя, уже предложил различные собственные изменения при попытках практического применения способа, изложенного в этой работе.

жи, в сусло. Последнее начало через известный период времени бродить. Образующийся при этом брожении углекислый газ выходил через оттянутый конец второй шейки колбы. Аппарат оставался на своей подставке в течение 18 месяцев иногда в термостате, иногда

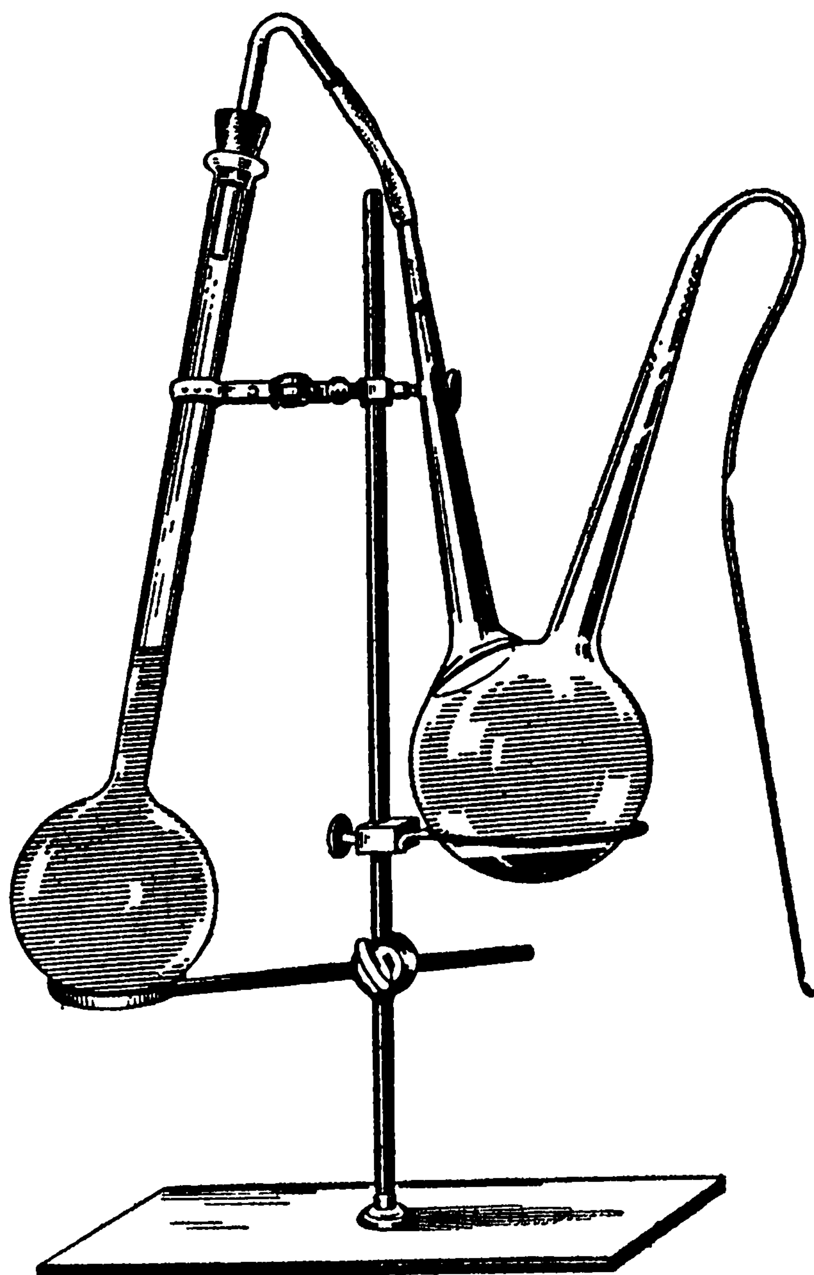


Рис. 149

в лаборатории, подвергаясь воздействию значительных колебаний наружной температуры. По истечении этого срока определили вкус пива, содержащегося в колбе: пиво было совершенно здорово, а при изучении с помощью микроскопа в дрожжах не было обнаружено ни малейших следов посторонних ферментов. Несомненно, что опыт мог бы продолжаться любое количество лет. Лишь долгое время спустя на стекле шейки колбы на высоте верхнего уровня пива появился осадок, состоящий из маленьких бугорков, осадок, похожий на кристал-

лы, но который в действительности состоял из особого вида дрожжей, которые в главе пятой я назвал *аэробными дрожжами*. Пиво, разлитое по бутылкам, которые были вымыты горячей водой, хранилось в течение многих месяцев в летний период и не подверглось никаким заболеваниям.

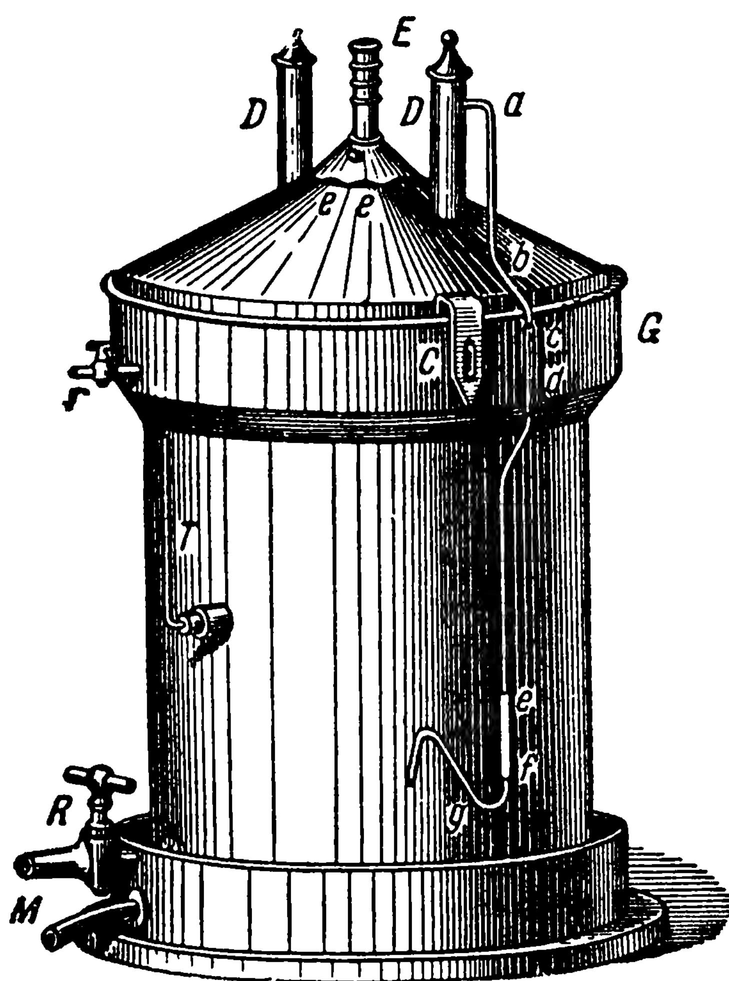


Рис. 150

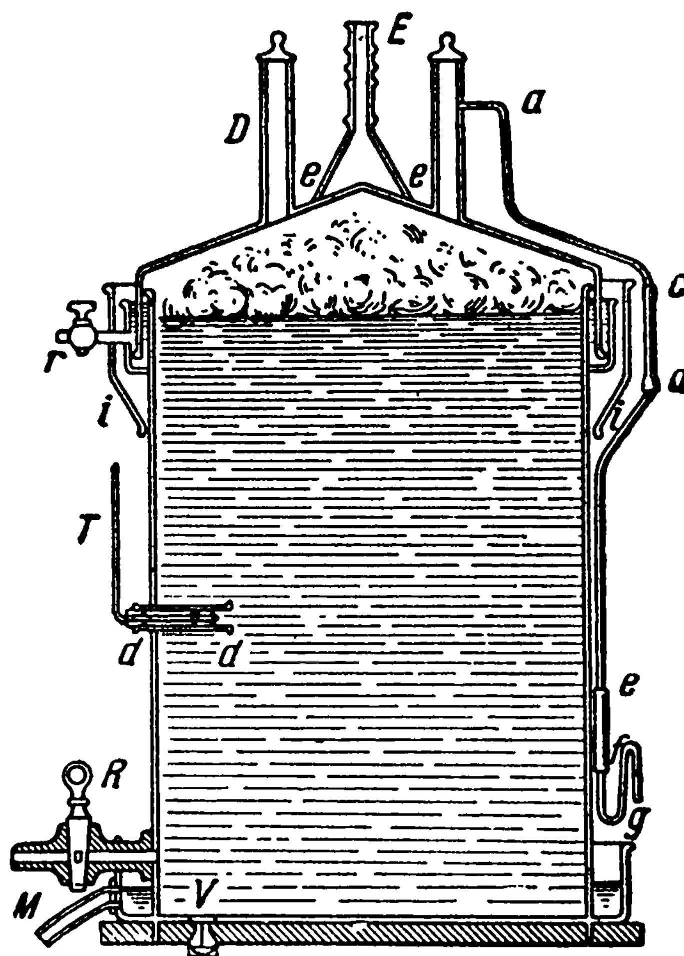


Рис. 151

Основные условия предыдущего опыта могут быть созданы и для сосудов значительно больших размеров. Для этого необходимо иметь изображенный на рис. 150—151 аппарат из жести или луженой меди. Он состоит из бака, расположенного на деревянной подставке и закрытого крышкой, край которой загнутый книзу входит в желоб, наполненный водой.

Пивное сусло, приготовленное в варочном котле, переливают в бак. Охлаждение сусла во время этой манипуляции незначительно. Его температура снижается всего на несколько градусов. Но мы знаем, что пивное сусло пивоваренных заводов, охлажденное в контакте с обычным воздухом и в которое вследствие этого попали зародыши болезней, может храниться бесконечное время в присутствии чистого

воздуха, если оно было снова прогрето при температуре 80° или даже при температуре от 75° до 70°.

Бак закрывают крышкой. С помощью резиновой трубки *cd* металлическую трубку *ac*, припаянную к крышке и соединенную с трубкой более широкого диаметра, находящейся на крышке бака, соединяют с трубкой *defg*, часть *de* которой припаяна к баку; *ef* — это резиновая трубка, соединяющая трубку *de* со стеклянной трубкой *g*, изогнутой, как это показано на рисунке. Крышку, находящиеся на ней трубки и закрывающие их пробки обливают кипящей водой, которая заполняет желоб. Излишек воды поступает во второй внешний желоб, в котором вода не может задерживаться, потому что нижняя часть *ii* этого желоба находится на некотором расстоянии от стенок бака или же потому, что в нем по всей окружности просверлено множество маленьких отверстий.

Затем вода скапливается в третьем нижнем желобе, выводная труба которого обозначена буквой *M*, и, наконец, вытекает наружу.

T — это изогнутый под прямым углом термометр, показывающий температуру сусла; его резервуар для лучшей сохранности помещен в специальную оправу *dd*, в которой просверлены отверстия; *r* обозначает кран для удаления воды из желоба. Эта вода обеспечивает герметичность закрытия бака.

R и *V* обозначают выводные краны или отверстия для удаления жидкости и образовавшегося осадка из бака.

Оставим аппарат свободно охлаждаться или же для этого будем пропускать холодную воду через трубку *E*, припаянную к крышке. Вода, вытекая через отверстия, сделанные в расширенном основании этой трубки, имеющей форму опрокинутой воронки, распространяется по всей поверхности крышки. И в том, и в другом случае в течение всего периода охлаждения внешний воздух будет поступать в аппарат через длинную трубку *gfedcba*. Этот воздух должен быть чистым иначе говоря, из него необходимо удалить пыль, как и при поступлении воздуха в наши колбы с двойной шейкой. Этого легко добиться в особенности в тех случаях, когда мы для предосторожности вложим в конец трубки *g* маленький кусочек ваты или асбеста.

Опыты, поставленные мною с этим аппаратом, показали, что пивное сусло, эта столь легко портящаяся жидкость, может храниться в подобных условиях (в контакте с воздухом, потому что трубка *g* открыта) любое время в течение недель и месяцев, не подвергаясь никаким заболеваниям. Одни и те же результаты наблюдаются, когда в горячем сусле содержатся листья и шишки хмеля или же когда они предварительно удалены из него фильтрованием. Наоборот, наличие маленького отверстия в аппарате вызывает попадание в сусло извне обычной воды во время охлаждения. Это приводит к быстрой порче сусла. В нем появляются вибрионы или маслянокислый фермент, молочнокислые дрожжи,... и пиво приобретает отвратительный вкус. Если мы будем правильно обращаться с аппаратом, то вода из желоба никогда не может явиться причиной порчи сусла: необходимо стараться, чтобы она не могла попасть в бак; она даже может начать гнить, но организмы, содержащиеся в ней, не проникают в сусло, находящееся в баке. Накопец, аппараты могут иметь любые размеры. Работать с баками емкостью 12 гл так же легко, как с баками емкостью в 1 гл.

Охлаждение сусла легко производить в атмосфере углекислого газа, для этого ко второй трубке *D*, находящейся на крышке, присоединяют спускающуюся вниз трубку, идентичную трубке *acdefg*. Через нее или через трубку, расположенную симметрично, пропускают газ, выходящий либо из аппарата для образования углекислоты, либо из подушки, которая им наполнена, либо же, наконец, из другого чана с бродящим пивом.

Необязательно, чтобы охлаждение сусла происходило в чане для брожения. Сусло можно охлаждать в более или менее глубоких баках, в змеевиках, окруженных холодной водой, в любом рефрижераторе, лишь бы соблюдались условия, обеспечивающие его чистоту, и чтобы охлажденное сусло стекало в подобных же условиях. Струя пара, широко применяющаяся для очистки труб на пивоваренных заводах, может с большой пользой применяться и в данном случае.

Дрожжи можно вносить в сусло различными способами. Уже 100 $см^3$ бродящего пивного сусла, содержащегося в колбе с двумя шейками общей емкостью от 200 до 300 $см^3$, достаточно для аппарата

в один гл, несмотря на то, что в колбе содержится лишь от 0,1 до 0,2 г дрожжей. Внесение столь небольших количеств дрожжей при современных методах пивоварения дало бы очень плохие результаты. В этом случае неизбежно возникали бы молочнокислое и маслянокислое брожения, потому что в промышленности сусло и дрожжи постоянно загрязнены посторонними зародышами. Последние имели бы возможность размножаться в течение первых 24 или 48 час., тогда как дрожжи, внесенные в чан в очень небольшом количестве, за этот период времени лишь начали бы размножаться. Как раз для того, чтобы избежать этих вторичных брожений, пивовары и вносят в сусло большое количество дрожжей. После перемешивания сусла с дрожжами, перемешивания, к которому пивовар всегда прибегает после добавления дрожжей, в любом минимальном объеме сусла содержится большое количество клеток дрожжей. Дрожжи поглощают растворенный кислород, активно почкуются, используют наиболее легко усваиваемые питательные вещества и угнетают развитие зародышей ферментов заболеваний. В новом способе, который я сейчас анализирую, в противоположность этому имеется чистое сусло и чистые дрожжи. Если бы мы даже внесли лишь одну дрожжевую клетку, то ее одной было бы достаточно для того, чтобы вызвать спиртовое брожение и превратить сусло в пиво. При этом можно было бы не опасаться параллельного развития каких-либо других ферментов. Иными словами, новый способ позволяет по желанию вызывать брожение с помощью любого минимального количества дрожжей. Однако не следует чересчур уменьшать дозу дрожжей для того, чтобы не задерживать чрезмерно начало брожения.

Для аппаратов в 5,6... 10 гл дрожжи можно готовить в сосудах емкостью от 4 до 6 л (рис. 153) или в медных, луженых внутри, бачках общей емкостью от 10 до 15 л, на верхней конической части которых находятся смотровые стекла (рис. 152). Сосуд наполняют наполовину или на две трети пивным суслом. Для этого всегда полезно иметь в своем распоряжении пивное сусло, хранящееся в бутылках по методу Аппера. Затем сосуд закупоривают пробкой, снабженной трубками, расположенными, как это указано на рис. 153: *ab* — стеклянная палочка, с помощью которой затыкают резиновую трубку *bc*;

mnp — тонкая стеклянная или, лучше, медная трубка. Кран R закрывают, и сосуд полностью погружают в баню, но лишь после того, как на конец изогнутой трубки была надета длинная резиновая трубка, выходящая из бани и с помощью которой содержимое флакона сообщается с наружным воздухом. Если трубка *mnp* сделана из меди, то можно воспользоваться гибкостью металла и изогнуть эту трубку таким образом, чтобы ее свободный конец находился вне бани. Воду в бане постепенно нагревают до 100°, и эту температуру поддерживают в течение четверти часа или полчаса. Медные бачки удобнее нагревать на газовых горелках. Они могут применяться во всех работах, где пользуются сосудами с изогнутой шейкой.

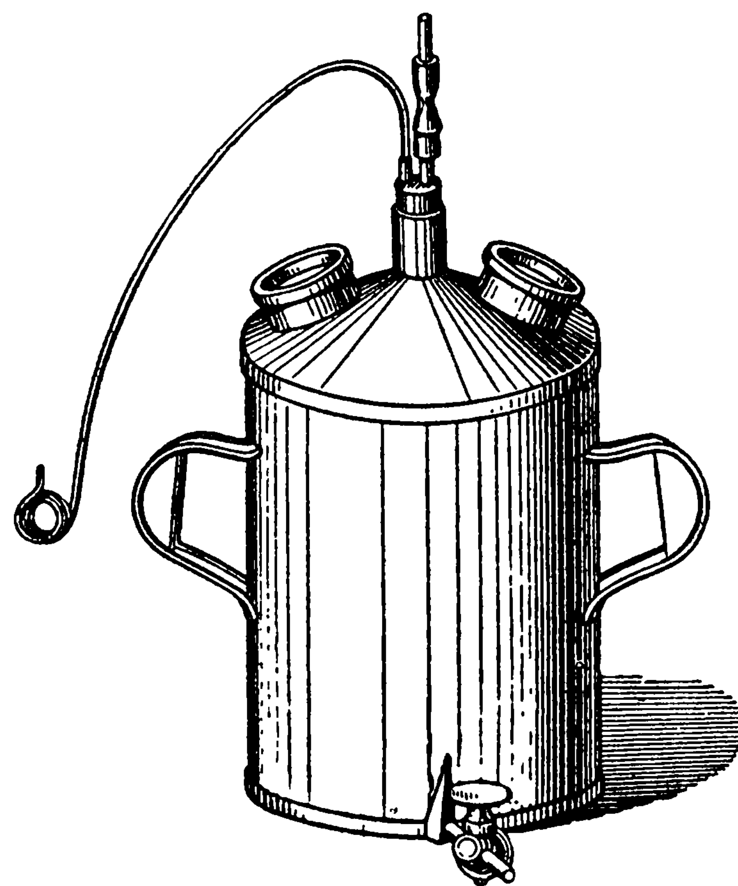


Рис. 152

Приготовленные таким образом сосуды могут бесконечное время храниться в лаборатории или в любом помещении пивоваренного завода без опасения, что сусло может испортиться. Сусло темнеет и приобретает все более и более темный коричневый оттенок вследствие непосредственного окисления чисто химическим путем, но в нем не отмечается ни малейших признаков заболеваний.

За несколько дней до того, как приступить к сбраживанию сусла, содержащегося в аппарате емкостью в 1 или несколько гл, начинают приготовлять посевной материал в одном из подобных сосудов или бачков [147]. Сначала на пламени спиртовой горелки обжигают трубки *cba* и *mnp* для того, чтобы уничтожить пыль, которая может попасть извне внутрь флакона в тот момент, когда пробку *ab* вынимают.

[147] На основании того, что было сказано в главе пятой в параграфе, касающемся аэробных дрожжей (§ 5), дрожжи нижнего брожения для сохранения их в неизменном состоянии должны довольно часто пересеваться: каждые

С помощью длинной прямой стеклянной трубки из колбы или какого-либо сосуда, содержащего чистое бродящее пиво, берут чистые дрожжи и вносят в сосуд несколько капель этого пива с суспендированными в нем дрожжами; затем после повторного фламбирования пробку

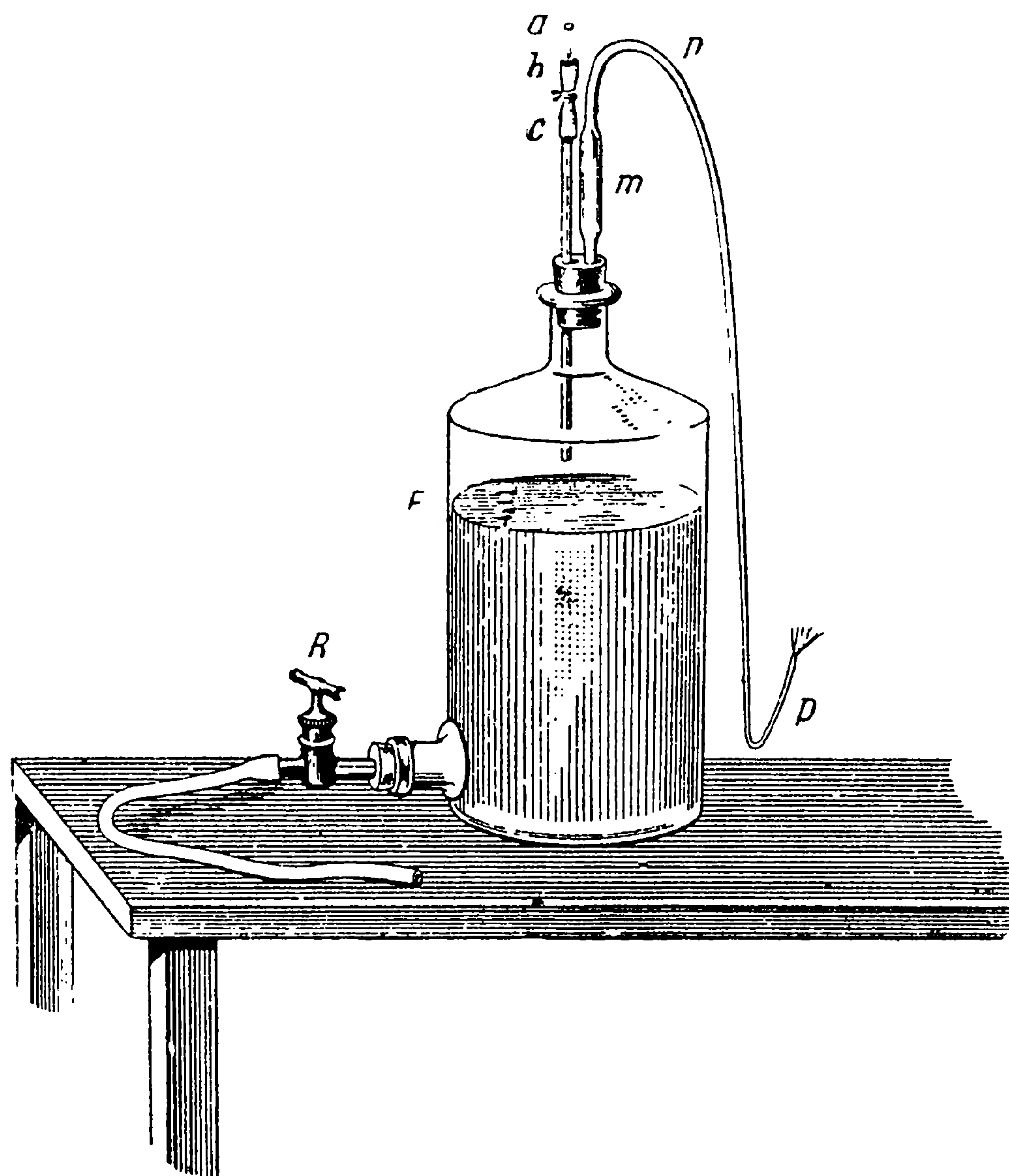


Рис. 153

ab помещают на старое место. Обычно через 1 или 2 дня дрожжи достаточно размножились для того, чтобы в сосуде началось брожение. Процесс можно ускорить, переливая в сосуд или бачок все содержимое одной из наших колб с двойной шейкой. Для этого прямую труб-

15 дней зимой, каждые 10 дней летом; иначе говоря, через указанные интервалы культуры их необходимо возобновлять. Благодаря этому способу можно не опасаться появления аэробных дрожжей, что, как я говорил выше, вызывает нежелательное превращение дрожжей нижнего брожения в дрожжи верхнего брожения.

ку колбы соединяют с каучуковой трубкой *bc*, затем колбу приподнимают таким образом, чтобы вся жидкость, содержащаяся в ней, стекала в сосуд или бачок. Аналогичным образом мы можем через одну из трубок, расположенных на крышке аппарата, перелить содержимое сосуда или бачка, находящееся на стадии интенсивного брожения или по окончании брожения, в аппараты для сбраживания. С этой целью кран *R* (рисунок 153) с помощью резиновой трубки соединяют с трубкой, проходящей через пробку, закрывающую одно из отверстий на крышке большого аппарата для получения пива. Все это занимает значительно меньше времени, чем требуется мне для описания этих операций. Даже, не имея специальной подготовки к химическим работам, достаточно присутствовать несколько раз при этих операциях, для того, чтобы быть в состоянии воспроизвести их с точностью и уверенностью, в особенности если весьма простые принципы, которые я изложил, были хорошо усвоены.

В тех случаях, когда на некоторые части аппаратов могла попасть пыль, содержащаяся в воздухе, как, например, на внешнюю поверхность крана, на каучуковую трубку..., эти части перед тем, как ими пользоваться, необходимо прокипятить в воде или облить кипящей водой, или же провести через пламя спиртовой горелки для того, чтобы разрушить зародыши, смешанные с пылью, покрывающей эти предметы.

Контакт углекислого газа с суслом во время его охлаждения предохраняет сусло от окисления до момента его сбраживания. Вследствие этого развитие дрожжей происходит без воздействия кислорода. Мы знаем, что в этих условиях необходимо вносить в сусло очень молодые дрожжи, находящиеся на стадии активного почкования, например, дрожжи, которые содержатся в жидкости, только что начавшей бродить. Несмотря на эту предосторожность, развитие дрожжей в этих условиях все же происходит очень медленно, и брожение длится от 15 до 20 дней, тогда как при всех прочих равных условиях в предварительно аэрированном сусле брожение заканчивается через 8—12 дней. Это является существенным недостатком. Имеется также и другой недостаток, может быть даже более серьезный: просветление пива происходит медленнее и хуже, чем в тех случаях, когда пиво

приготовляют из аэрированного сусла. Эти недостатки компенсируются преимуществами в качестве пива. Новый способ позволяет получать более крепкое на вкус пиво, в нем содержится больше того, что на пивоваренных заводах получило название *букет* пива. Аромат хмеля сохраняется в нем в степени, еще не известной для современных сортов пива. Кроме того, дрожжи, образующие осадок на дне чанов, для брожения значительно менее активны, если можно так сказать старее и труднее поддаются омолаживанию, чем дрожжи, оседающие в аэрированном сусле. Это обстоятельство, которое можно было бы рассматривать как весьма неблагоприятное, если бы дрожжи впоследствии снова применялись для засева, представляет известный интерес, так как позволяет получить пиво, в котором после того, как оно было слито, вторичное брожение развивается медленно и слабо [148]. Такое пиво лучше выносит длительные перевозки, чем обычное пиво, и не вызывает сильного давления в бочках. Если же пиво было разлито по бутылкам, то в нем не образуется значительного осадка, а также и слишком обильной пены при откупоривании бутылок. Дрожжи тем более активны, тем более способны к быстрому размножению и быстрому проявлению своей ферментативной активности, чем лучше было аэрировано сусло, в котором они выросли. Наоборот, дрожжи, выросшие без воздуха, легко стареют и могут даже погибнуть в нижних слоях бродящей жидкости, когда последняя не находится в контакте с воздухом. Другими словами, жизнь дрожжей короче, когда они не подвергались воздействию кислорода во время своего образования.

Охлажденное сусло, налитое в глубокие чаны и при условии, что атмосферный воздух соприкасался лишь с его поверхностью, облада-

---

[148] Пивовары отмечают, что иногда без всякой видимой причины дрожжи теряют свою активность, и брожение приостанавливается. Вероятно, эти неудачи объясняются теми же причинами. Если пивное сусло не подвергалось аэрации или же оно лишено кислорода, вследствие размножения других микроскопических организмов, то дрожжи, образующиеся в этом сусле, обладают очень слабой активностью, и брожение может остановиться на полпути или в самом начале. Аэрация дрожжей и сусла является лучшим средством для борьбы с этим осложнением.

ет приблизительно такими же свойствами, какими обладает сусло, охлажденное в атмосфере углекислого газа, потому что кислород воздуха очень медленно проникает в сусло, находящееся в покое. Кислород растворяется лишь в верхних слоях, тогда как в остальной массе сусла его не содержится. В опытах, поставленных с чаном, в котором слой сусла достигал 70 см, причем чан был снабжен краном, позволявшим каждый день брать пробы сусла на высоте 35 см, было установлено, что через 8 дней от начала опыта в жидкости на этом уровне еще не содержалось следов растворенного кислорода. Учитывая медленность диффузии кислорода, с одной стороны, и возможность соединения кислорода с некоторыми составными частями сусла, с другой, весьма вероятно, что потребовался бы очень длительный период времени для того, чтобы в глубоких сосудах вся масса сусла, в целом находящегося в покое, насытилась растворенным кислородом. Однако в баках, изображенных, например, на странице 841, сусло охлаждается, будучи налито в глубокие сосуды. Тем не менее возможная аэрация поверхности сусла во время его охлаждения в контакте с воздухом достаточна, чтобы позднее оказать влияние на посевной материал, чтобы дрожжи, содержащиеся в осадке этого сусла, были более активны по сравнению с дрожжами из сусла, охлажденного в атмосфере углекислого газа. Особенно резкая разница в результатах наблюдается, когда за развитием тех и других дрожжей в первые дни после начала брожения следят с помощью микроскопа.

Воздух оказывает значительное влияние на брожение. При обычном способе приготовления пива на пивоваренных заводах брожение было бы или невозможно, или во всяком случае протекало бы очень слабо, если бы сусло, перед тем как попасть в чан, не аэрировалось в тарелках для охлаждения, в которых благодаря небольшой толщине слоя жидкости происходит интенсивная аэрация сусла. Обычно сусло и дрожжи загрязнены и содержат зародыши посторонних ферментов. У последних имелось бы достаточно времени, чтобы прорасти в чанах для брожения в течение периода задержки развития дрожжей, вызванной отсутствием кислорода в сусле. Я знаю, что различные изобретатели предлагают уничтожить эту систему охлаждения сусла.

Я уверен, что они быстро бы убедились в том, что брожение в таком случае стало бы протекать плохо. Учитывая данные, которые я опубликовал о развитии дрожжей в присутствии воздуха и об их слабой активности в неаэрированных средах [149] они должны были одновременно с уничтожением тарелок для охлаждения предложить последующую аэрацию сусла, которая исправила бы недостатки предлагаемого способа. Применение тарелок для охлаждения является необходимостью в современном производстве.

Влияние воздуха на жизнедеятельность дрожжей может быть доказано самыми различными способами. Вот изумительный по своим результатам опыт, который я нередко повторял. Возьмите бродящее сусло, быстро слейте часть жидкости и немедленно внесите ее обратно в чан. Не более чем через час вы отметите значительное усиление интенсивности брожения, выражающееся в более обильном выделении углекислого газа. Этот опыт особенно удобно проводить с аппаратом для брожения, только что описанным мною, потому что выводящую трубку *abcdefg* можно соединить с газовым счетчиком и сравнить количество литров газа до и после переливания жидкости, о котором я говорил. Малейшие физические изменения в струе, вытекающей бродящей жидкости, в момент ее переливания, изменяют результаты этого воздействия. Все оказывает влияние: диаметр струи, высота, с которой падает жидкость, степень разбрызгивания жидкости во время вытекания или на дне бачка. Наконец, как и следовало ожидать, на основании этих результатов соответствующие изменения наблюдаются и в клетках дрожжей, подвергавшихся воздействию воздуха. Их внешний вид и контуры более четки, плазма клеток, содержащая бо́льшее количество питательных веществ, как бы молодеет, становится более прозрачной и менее вакуолизированной. Мельчайшие гранулы, содержащиеся в дрожжах, менее заметны. В некоторых местах они исчезают, в других, вместо того чтобы иметь вид черных гранул, они превращаются в едва заметные блестящие точки. Если до переливания почкование прекратилось, оно возобновляется. Наконец, все доказывает, что жизнедеятельность клеток усилилась, что процес-

---

[149] Pasteur. Expériénces et vues nouvelles sur la nature de fermentation. C. r. de l'Acad. sci., 52, 1861, p. 1260—1262 и Etudes sur le vin, 2-e édit., p. 277 *.

сы питания происходят более интенсивно, после того, как клетки подверглись воздействию кислорода воздуха и поглотили большее или меньшее количество этого газа. Это трудно выразить словами, но в этом легко убедиться, имея перед глазами дрожжи.

В обычных условиях приготовления пива, когда атмосферный воздух вносится в весьма различных количествах или вместе с суслом, которое насыщено им в большей или меньшей стенени, или благодаря диффузии воздуха с поверхности чанов, те же клетки дрожжей живут то в присутствие, то в отсутствие воздуха. Вначале они поглощают весь растворенный кислород и в результате этого начинают размножаться. Затем, после усвоения кислорода в ассимиляционных процессах, клетки уже лишены его.

Жизнь дрожжей продолжается в отсутствие кислорода, и если бы даже чан был закрыт, то брожение, хотя и более медленно, дошло бы до конца и в этих условиях. Если же чан открыт, то небольшое количество воздуха диффундирует в сусло, находящееся все время в движении благодаря выделению углекислого газа на его поверхности и обеспечивает поддержание жизнедеятельности клеток.

Интересно отметить, что в практике пивоварения существует много эмпирически установленных мероприятий, причины существования которых, без сомнения, заключаются в том влиянии, которое эти мероприятия оказывают на аэрацию сусла или пива, а следовательно, и на течение брожения. На многих пивоваренных заводах я наблюдал, что дрожжи вносят следующим образом. Рабочий, разведя дрожжи в сусле (причем объем сусла во много раз превышает объем дрожжей), переливает мутную жидкость в другой бачок, удерживая первый на значительной высоте; затем из второго бачка он переливает жидкость в первый и повторяет эту операцию много раз до тех пор, покуда оба бачка не будут наполнены пеной и содержащимся в ней воздухом. На некоторых пивоваренных заводах Лондона на высоте 3 или 4 м над бродильным чаном я видел подвешенное на блоке ведро, которое рабочий с помощью веревки может по желанию спускать в чан и поднимать, покачивая его и вызывая благодаря этому перемешивание поверхностных слоев жидкости и аэрацию ее во время выплескивания.

Даже использование бродильных чанов и переливание сусла из этого чана в бочки оказывают значительное влияние на аэрацию пива и дрожжей, что приводит к омоложению последних и увеличивает их активность.

Возобновление брожения пива после того, как оно было перелито из чанов в бочки на пивоваренных заводах, работающих с дрожжами нижнего брожения, объясняется в основном, по-моему, аэрацией пива в момент его переливания. Необходимо, чтобы пивовар знал, что условия, в которых происходит переливание пива, имеют большое значение: небезразлично, поступает ли пиво в бочки, стекая с известной высоты, или же через трубку, опущенную до дна; небезразлично, переливается ли оно прямо в бочки или же его переливают ведрами; небезразличен диаметр струи, потому что все эти изменения оказывают существенное влияние на количество воздуха, поглощенного пивом.

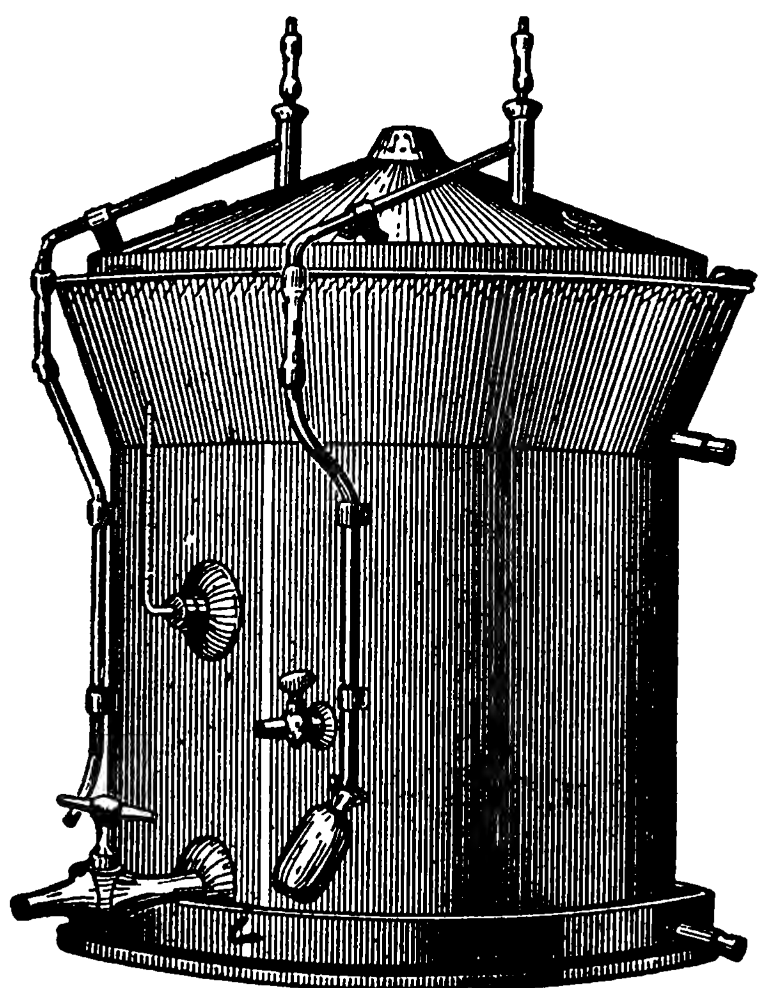


Рис. 154

Я предложил простое приспособление, обеспечивающее поступление в бродящую жидкость различных количеств атмосферного воздуха. Оно присоединено к аппарату, изображенному на рисунке 154. Вместо одной спускающейся вниз трубки для поступления и выхода газа имеются две одинаковые трубки. Каждая из них соединена с трубкой, находящейся на крышке. На конце одной из них прикрепляют своего рода муфту цилиндрической формы, состоящую из металлической сетки, покрытой слоем технической ваты и помещенную в мешок из муслина. Этот фильтр предназначается для задержания пыли, содержащейся в воздухе. Когда брожение в аппарате началось, достаточно сжать хотя бы в течение одной секунды каучуковую трубку, соединяющую

трубку, припаянную к крышке с вертикально расположенной трубкой, которая оканчивается муфтой, для того, чтобы началось беспрерывное выделение углекислого газа через вторую симметрично расположенную трубку и поступление воздуха через ватный фильтр. Приток воздуха происходит беспрерывно в течение всего периода брожения в результате выхода углекислого газа. Для этого не требуется даже увеличения мощности сифона, чего можно было бы добиться, удлиняя трубку, из которой выходит газ, по сравнению с трубкой, через которую поступает воздух [150].

Совершенно очевидно, что мы можем по желанию, меняя мощность сифона или диаметр трубок, изменять условия циркуляции воздуха в аппарате над поверхностью пива.

§ 2. Способ количественного определения кислорода, растворенного в пивном сусле

Применение углекислого газа и охлаждение сусла в контакте с этим газом или в контакте с очень небольшим количеством чистого воздуха не являются необходимыми условиями нового способа. Лишь одно обстоятельство имеет основное значение — это *чистота* газов, в присутствии которых сусло охлаждается и перерабатывается. Следовательно, если аэрация сусла может быть полезна или до начала, или во время брожения, то ее можно производить, но лишь при условии, что вместе с воздухом в пиво не попадут зародыши болезней, способные в нем развиваться во время или по окончании брожения. Но вопрос аэрации сусла значительно более сложен, чем это может показаться на первый взгляд. Очень простое наблюдение доказывает, что пивное сусло не может быть окислено безнаказанно, будучи выставлено без всякой предосторожности на воздух, даже не учитывая

[150] Я должен отметить мимоходом, что система желобков в этом аппарате устроена более просто, чем система, которая была описана ранее на странице 842. Вода стекающая с крышки аппарата после наполнения желоба через специальные выемки, расположенные на верхнем краю желоба вокруг всего аппарата (расположены наклонно с таким расчетом, чтобы струйки воды, вытекающие из них, сливались одна с другой), стекает по всей внешней поверхности цилиндрического бака.

при этом зародышей болезней, которые могут содержаться в воздухе. Действительно, мы можем легко убедиться в том, что хорошо приготовленное сильное сусло обладает ясно выраженными привкусом и запахом хмеля, сладковатым вкусом, сменяющимся через некоторое время довольно сильной горечью. Пробуя подобное сусло, легко представить себе, что после брожения оно должно превратиться в очень ценный, столь же здоровый, сколь и приятный напиток. Однако острое, приятное и пикантное ощущения, которые сусло вызывает у нас как своим запахом хмеля, так и горечью,— все это, если можно так выразиться, полностью исчезает после того, как сусло в течение достаточно длительного времени было выставлено на воздух безразлично в тепле или на холоде. Опыт легко осуществить, пользуясь нашими колбами с двумя горлами, в которых мы можем сохранить сусло, не опасаясь, что оно испортится в контакте с чистым воздухом. Кислород воздуха соединяется с веществами, которые хмель выделил в сусло. В результате этого окисления сусло постепенно превращается в сладкий отвар без запаха, в котором исчезла или более не выявляется даже и горечь. Другими словами, сусло ослабевает и выдыхается, как выдыхаются в подобных условиях пиво и вино и все сброженные жидкости, как выдыхаются и все естественные или искусственные сусла, которые используются для приготовления вина и пива. Из всего вышеизложенного вытекает, что как пивное сусло и пиво в процессе его приготовления, так и готовое пиво могут подвергаться лишь очень ограниченному воздействию атмосферного воздуха. Поэтому, если на основании того, что было сказано нами выше, в сусле для лучшего сбраживания его и для лучшего питания дрожжей должен содержаться кислород, то также очень важно, чтобы и количество внесенного кислорода не было слишком велико. Иначе может пострадать качество пива, в особенности то, что принято называть его *букетом,* его кажущейся крепостью и что почти не зависит от содержания в нем спирта. Крепость пива связана с наличием в нем еще плохо изученных только что упомянутых мною веществ, попадающих в пивное сусло, а впоследствии и в пиво из хмеля, свойства и вкусовые качества которых так легко изменяются под влиянием кислорода воздуха.

Следовательно, нам остается установить, в какой степени воздух необходим в процессе приготовления пива и слишком ли велико количество активного кислорода, попадающего в сусло и пиво при современных методах пивоварения. Цель наших исследований заключалась, следовательно, в определении количеств кислорода, содержащихся в сусле в растворенном состоянии или поглощающихся в результате химических реакций. К счастью, эти исследования не представляют больших затруднений благодаря быстрому способу количественного определения кислорода, находящегося в растворенном состоянии в жидкостях различного состава, предложенному в 1872 г. г-ном Шютценберже. Как только эта методика была опубликована, я поручил г-ну Ролену, работающему в моей лаборатории в должности заместителя директора, применить этот способ для количественного определения кислорода в сусле, что он и сделал со свойственной ему проницательностью, несколько изменив методику, в результате чего этот метод стал одновременно более достоверным и более быстрым.

Способ г-на Шютценберже основывается на применении соли, свойства которой впервые были описаны этим химиком, соли, которую он назвал *гидросульфитом натрия* и получил, добавляя опилки цинка к раствору бисульфита натрия в отсутствие воздуха.

Гидросульфит натрия $NaHS_2O_4$, изомер гипосульфита натрия отличается от бисульфита только на два эквивалента кислорода. В присутствии свободного кислорода гидросульфит немедленно поглощает этот газ и превращается в бисульфит. Вода при добавлении к ней этой соли немедленно лишается кислорода, находящегося в растворенном состоянии. С другой стороны, существуют красящие вещества, как, например, растворимая анилиновая синяя г-на Купье, которые немедленно обесцвечиваются гидросульфитом натрия, но не изменяют своего цвета под воздействием бисульфита. Когда к определенному объему, например, к одному литру воды, из которой был удален возможно полнее весь воздух и которая подкрашена анилиновой синей Купье, добавляют гидросульфит натрия, избегая при этом воздействия излишков воздуха, то можно наблюдать, что несколько капель этого раствора уже вызывают обесцвечивание воды.

Наоборот, если мы возьмем аэрированную воду, то обесцвечивание наступает лишь после добавления количества гидросульфита, достаточного для абсорбции растворенного кислорода.

Необходимый для обесцвечивания объем реактива пропорционален количеству растворенного в воде кислорода. Для того, чтобы сделать этот метод более чувствительным, следует пользоваться слабыми растворами гидросульфита, приготовленными с таким расчетом, чтобы 10 $см^3$ раствора соответствовали приблизительно 1 $см^3$ кислорода. Если бы реактив хорошо сохранился, то можно было бы раз навсегда непосредственно определить объем кислорода, который абсорбируется определенным объемом жидкости; но вследствие того, что реактив очень плохо сохраняется в присутствии воздуха, жидкость необходимо титровать в момент ее использования. Это легко осуществимо следующим образом. На основании наблюдений г-д Шютценберже и Лаланда гидросульфит обесцвечивает аммиачный раствор сернокислой меди, превращая окись меди в закись. Пока имеется избыток аммиака сульфит и бисульфит не оказывают никакого влияния на эту реакцию.

Поэтому приготовляют раствор сернокислой меди с большим избытком аммиака, содержащий медь в таком количестве, чтобы 10 $см^3$ этой жидкости соответствовали в отношении действия на гидросульфит 1 $см^3$ кислорода. Вычисления на основе эквивалентов позволили получить значения, которые подтвердились и при непосредственной экспериментальной проверке *.

Изменения, предложенные г-ном Роленом, имеют своей целью предотвратить неудобства, связанные с изменением титра растворов при хранении и ошибки, которые могут обусловливаться кислой реакцией сусла. Действительно, г-н Шютценберже отметил, что количество гидросульфита натрия, соответствующее определенному объему кислорода, меняется при изменении кислотности среды. Талантливый химик объясняет это образованием перекиси водорода, неодинаково устойчивой в средах различной кислотности.

Вместо того, чтобы доводить каждый раз перед началом опыта титр раствора гидросульфита до желаемого значения, используют раствор в том виде, в каком он сохранился. Титр раствора гидросуль-

фита определяют, добавляя его к известному объему чистой воды, насыщенной кислородом при определенной температуре. Таблица растворимости кислорода в воде позволяет определить точный объем кислорода, который был поглощен данным количеством раствора гидросульфита. Сильное перемешивание в закрытом флаконе воды с большим количеством воздуха приблизительно в течение одной минуты достаточно, согласно данным г-на Бунзена, для максимального насыщения воды кислородом при температуре постановки опыта.

Для анализа пивного сусла необходимо иметь:

1. Флакон *A* емкостью в 2 л (см. рис. 155), содержащий *насыщенный* раствор гидросульфита натрия [151]. Концентрация этого раствора такова, что приблизительно 2,5 см^3 его поглощают кислород, содержащийся в 50 см^3 воды, насыщенной воздухом при обычной температуре.

2. Флакон *B* емкостью в 2 л, содержащий раствор индиго-кармина. Концентрация раствора подобрана с таким расчетом, чтобы 50 см^3 этой жидкости обесцвечивались приблизительно 20 см^3 гидросульфита

---

[151] Г-н Шютценберже называет *насыщенным* раствором гидросульфита раствор этой соли, приготовленный следующим или очень близким к нему способом:

Через раствор обычного, находящегося в продаже, бисульфита натрия пропускают сернистую кислоту до насыщения раствора.

100 см^3 этого раствора наливают в маленькую колбу, содержащую 30 г цинковой пыли, с таким расчетом, чтобы колба была наполнена доверху. Затем колбу закрывают, и смесь интенсивно встряхивают в течение приблизительно четверти часа.

После этого содержимое колбы переливают в большой двухлитровый сосуд, наполненный водою и содержащий известковое молоко, только что приготовленное разведением в воде 100 г негашеной извести. Смесь сильно встряхивают в течение нескольких минут, а затем дают отстояться. Жидкость очень быстро просветляется. Это и есть гидросульфит.

Полученный таким образом раствор слишком концентрирован. Его сливают с помощью сифона в двухлитровый сосуд, наполовину наполненный водой.

Эта соль значительно медленнее поглощает кислород, чем гидросульфит, имеющий кислую реакцию. Вследствие этого титр жидкости сохраняется значительно более длительное время при условии хранения ее в хорошо закупоренных сосудах.

(этот раствор содержит приблизительно 20 г имеющегося в продаже индиго-кармина на литр).

3. Аппарат *C* для получения водорода.

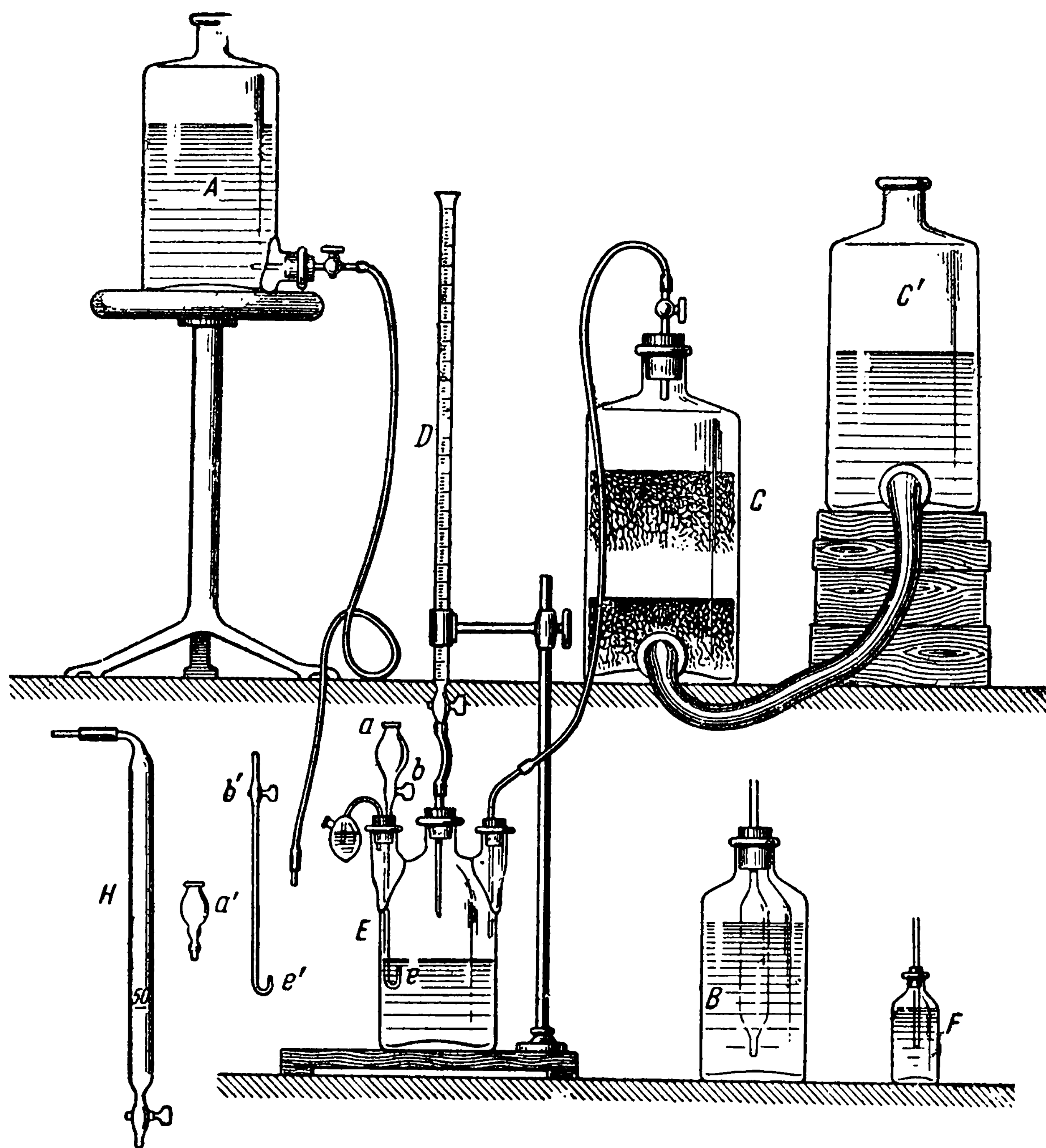


Рис. 155

4. Аппарат для проведения испытаний, состоящий из бюретки *D* для титрования с делениями в 0,1 см^3 и сосуда *E* с тремя отверстиями.

5. Сосуд *F* емкостью приблизительно 100 см^3, снабженный прямой трубкой, разделенной на десятые кубического сантиметра, и содер-

жащий аммиачный раствор, концентрация которого подобрана таким образом, чтобы 10 капель его нейтрализовали приблизительно 50 см^3 сусла.

При проведении испытаний в сосуд емкостью приблизительно в 1 л наливают 150 см^3 дистиллированной воды, и сосуд встряхивают при обычной температуре в течение одной минуты. Вода при этом насыщается воздухом. Затем измеряют температуру воды. Если определение хотят проводить с большой точностью, то отмечают барометрическое давление.

Во флакон E наливают приблизительно 50 см^3 раствора индиго, 200 см^3 воды, нагретой до 60°, а трубку e наполняют до уровня b водой, насыщенной воздухом. Затем воздух из флакона E удаляют, пропуская через него водород.

Добавляя каплю по капле в сосуд E гидросульфит, которым наполнена бюретка для титрования D, точно определяют, какое количество гидросульфита необходимо, чтобы цвет жидкости из синего превратился в желтый. После этого в воронку a наливают 50 см^3 дистиллированной воды, насыщенной воздухом, и затем эту воду вливают в сосуд. Жидкость окрашивается вновь в синий цвет. Снова точно определяют количество гидросульфита, необходимое для того, чтобы жидкость приобрела желтый цвет. Предположим, что n — это число делений бюретки, соответствующее объему использованного гидросульфита.

Немедленно после этого проводится аналогичный анализ с 50 см^3 сусла, в котором хотят определить содержание кислорода. Предварительно в воронку a добавляют количество капель аммиачного раствора, необходимое для нейтрализации кислоты сусла. Предположим, что n' — это число делений бюретки соответствующее использованному гидросульфиту.

Опыт повторяют с 50 см^3 воды, насыщенной воздухом. Предположим, что число делений бюретки, соответствующее использованному гидросульфиту, равняется n'' [152].

---

[152] В тех случаях, когда сусло или испытуемая жидкость не обладает строго нейтральной реакцией, числа n и n'' различны. Если реакция жидкости кислая, то $n'' < n$, если реакция щелочная, то $n < n''$. Это могло бы даже служить

Таким образом, отношение между количеством кислорода, растворенного в сусле, и количеством кислорода, содержащегося в таком же объеме воды, насыщенной воздухом при температуре t под давлением H, будет равняться $\frac{n'}{\frac{n+n''}{2}}$; во многих случаях будет достаточно определить значение этого соотношения.

Если же на основании значения этого соотношения необходимо вычислить количество кислорода, растворенного в объеме V изучаемого сусла, то будет достаточно умножить значение этого соотношения на количество кислорода, содержащееся в таком же объеме воды, насыщенной воздухом при температуре t и под давлением H. Решение этой задачи не вызывает затруднений, если мы знаем коэффициенты растворимости кислорода в воде при различных температурах. Значение этих коэффициентов для обычных температур приводятся в нижеследующей таблице. В действительности это таблица Бунзена, в которой были оставлены лишь три первых цифры.

Температура	Значение коэффициентов	Температура	Значение коэффициентов
0°	0,040	11°	0,032
1	0,040	12	0,031
2	0,039	13	0,031
3	0,038	14	0,030
4	0,037	15	0,030
5	0,036	16	0,029
6	0,035	17	0,029
7	0,035	18	0,029
8	0,034	19	0,028
9	0,033	20	0,028
10	0,033		

Первое условие для того, чтобы мы могли положиться на точность этого метода, заключается в том, чтобы жидкость, которая перемешивается с воздухом в течение 1 минуты, как это указано выше, полностью насыщалась кислородом. В действительности это так и происходит: определяя количество кислорода в различных пробах

очень точным способом определения кислотности или щелочности любой окрашенной жидкости.

обработанной таким образом жидкости, всегда получали одинаковые цифры с точностью до одной пятидесятой их значения.

В действительности кислород, растворимый в различных количествах в жидкости, содержащейся в отрезке трубки *ab*, а также кислород, абсорбированный во время работы с жидкостью на воздухе, является источником ошибок; но опыт показал, что эти ошибки ничтожны, когда работа производится с жидкостью, степень аэрации которой не очень далека от насыщения, и при условии, что коэффициент растворимости кислорода в этой жидкости не слишком отличался от коэффициента растворимости этого газа в воде. В этих условиях всегда было найдено одно и то же соотношение для определенной жидкости и дистиллированной воды, насыщенной воздухом, причем различия не превышали $^1/_{40}$ значения этого соотношения.

Если, наоборот, работа производится с жидкостью, в которой растворено лишь небольшое количество кислорода, то подобные ошибки могут сильно исказить результаты и их необходимо избегать: испытуемую жидкость защищают от воздействия воздуха, насасывая ее из сосуда, в котором она содержится, в пипетку *H*, объемом в 50 см^3. Из пипетки *H* ее переливают во флакон *E*, помещая эту пипетку на место воронки *a*. Наконец, перед тем, как поместить пипетку на это место, небольшое количество жидкости из флакона, доведенной точно до желтого цвета, переливают под давлением в трубку *eb* для того, чтобы избежать возможных ошибок, вызванных воздухом, растворенным в жидкости, находящейся в этой трубке.

Можно также жидкость, в которой хотят определить количество кислорода, наливать непосредственно из содержащего ее сосуда в сосуд *E*, остальные операции производятся, как это было описано выше.

Этим методом определялось количество кислорода, содержащееся в сусле, насыщенном этим газом. Вот основные результаты, полученные г-ном Роленом.

1. При различных давлениях и при всех других равных условиях соотношение между количествами кислорода, растворенного в воде и в сусле, остается постоянным.

Это соотношение равнялось 1,20 для сусла и воды, насыщенных воздухом при обычном давлении, и 1,24 для сусла и воды, насыщенных чистым кислородом.

2. Значение соотношения между коэффициентом растворимости кислорода в воде и коэффициентом растворимости кислорода в сусле остается более или менее постоянным при различных внешних температурах. Однако при понижении температуры значение этого соотношения несколько увеличивается.

Значения этого соотношения равнялись:

Температуры	
26°	1,20
19,5	1,25
4	1,37

С другим суслом были получены следующие результаты:

Температуры	
9°	1,15
21	1,10
25	1,07

3. Значение соотношения между количествами кислорода, растворенного в воде, и количествами кислорода, растворенного в сусле, увеличивается по мере увеличения концентрации сусла.

Упаривая одно и то же сусло до различной степени концентрации и затем насыщая его воздухом при одинаковой температуре, получили следующие значения для данного соотношения:

Исходное сусло	1,06
То же самое сусло, выпаренное до половины объема	1,10
То же самое сусло, упаренное до $^2/_5$ исходного объема	1,27
То же самое сусло, упаренное до $^3/_{10}$ исходного объема	1,45
То же самое сусло, упаренное до $^1/_6$ исходного объема	1,96

4. Сусло различного происхождения, имеющее одинаковую плотность и одинаковую температуру, насыщенное кислородом, всегда содержит приблизительно одинаковые количества этого газа.

Две пробы того же сусла, одна горячая, другая холодная, перемешивали с воздухом и затем оставляли в покое в течение некоторого времени, затем снова насыщали воздухом, но при одинаковой температуре; значение соотношения между кислородом, содержащимся в воде, и кислородом, содержащимся в обоих пробах сусла, было одинаково и равнялось 1,22.

Для различного сусла одинаковой плотности, насыщенного кислородом при температуре 15°, значения этого соотношения были следующие:

Сусло, хранившееся в сосудах с воздухом в течение 1 года и 7 месяцев. Значение соотношения	1,140
Недавно приготовленное сусло. Значение соотношения	1,142
Сусло, хранившееся в бутылках без воздуха в течение 1 года 8 месяцев, затем подвергавшееся воздействию воздуха в течение 18 дней. Значение соотношения	1,142
Сусло, выпаренное до суха. Затем осадок был растворен в воде. Значение соотношения	1,126

5. Растворимость кислорода в сусле не отличается значительно от растворимости кислорода в воде с сахаром, имеющей такую же плотность, как и сусло.

Опыты проводились, с одной стороны, с раствором сахара и, с другой, с суслом, более или менее разбавленным водою, при постоянной температуре, равной 11°. Были найдены следующие значения для соотношения растворимости кислорода:

	Вода с сахаром	Сусло
Плотность 17,9° по Баллингу	1,278	1,27
» 14 »	1,190	1,15
» 7 »	1,092	1,06

6. На основании вышеприведенных результатов можно легко вывести общую формулу, позволяющую определить коэффициент растворимости кислорода в любом сусле при температуре t, обозначая В градусы по *Баллингу.*

Из цифр, приведенных в разделе 2, можно убедиться, что при температуре выше или ниже 15° соотношение между коэффициентом

растворимости кислорода в воде и коэффициентом растворимости этого газа в сусле при изменении температуры на 1° меняется приблизительно на 0,006. Из цифр, приведенных в разделе 3, видно, что соотношение, о котором я говорю, меняется приблизительно на 0,022 с каждым градусом по *Баллингу* для плотностей несколько выше или несколько ниже 15° В.

Таким образом, обозначая буквой C — коэффициент растворимости кислорода в воде при температуре t, буквой C' — коэффициент растворимости кислорода в сусле, имеющего при температуре 15° плотность, равную (В) по Баллингу, и обозначая буквой X значение соотношения $\frac{C}{C'}$ при температуре 15° для сусла плотностью 15° по Баллингу, мы будем иметь:

$$\frac{C}{C'} = X + (\text{B} - 15)\,0{,}22 - (t - 15)\,0{,}006.$$

Определяя точное значение соотношения $\frac{C}{C'}$ для различных проб сусла и используя предыдущую формулу, было установлено, что среднее значение для X равняется 1,16.

Окончательная формула принимает, таким образом, следующий вид:

(1) $$\frac{C}{C'} = 1{,}16 + (\text{B} - 15)\,0{,}22 - (t - 15)\,0{,}006,$$

или

(2) $$\frac{C'}{C} = 0{,}86 - (\text{B} - 15)\,0{,}016 + (t - 15)\,0{,}004.$$

Значения коэффициента C растворимости кислорода в воде приводятся в таблице на странице 860.

§ 3. О количестве кислорода, растворенного в сусле пивоваренных заводов[153]

Пивное сусло из чана с хмелем поступает на тарелки и остается на них в течение периода времени, продолжительность которого меняется в зависимости от различных обстоятельств; основную роль

[153] Опыты, сделанные по моей просьбе г.г. Кальметтом и Грене в Тантонвиле на пивоваренном заводе Туртеля.

среди них играет внешняя температура. Средняя продолжительность периода составляет 7—8 час. За это время объем сусла уменьшается, а плотность его увеличивается. Одновременно белковые вещества, содержащиеся в сусле, оседают; сусло поглощает кислород, который растворяется в нем и включается в различные соединения.

В начале этого параграфа мы займемся только тем кислородом, который растворен в сусле и находится в свободном несвязанном состоянии. Его наличие можно установить по изменению окраски обесцвеченной формы индиго.

Сусло, стекая с тарелок, может поступать на пивоваренный завод в двух различных состояниях с точки зрения его прозрачности: сусло нефильтрованное и сусло фильтрованное. Эти два вида сусла различаются между собой и с точки зрения количества растворенного в них кислорода. Нефильтрованное сусло поступает непосредственно с тарелок; сусло, которое должно быть профильтровано, содержащее часть осадка, переливается в специальные чаны, а затем разливается по фильтрующейся поверхности, состоящей обычно из фетра. Полученное прозрачное сусло собирают в особый резервуар, а затем разливают по специальным чанам для брожения. Совершенно естественно, что это сусло, стекающее тонкими струйками или капля по капле, должно во время своего падения обогащаться значительно большим количеством кислорода, чем обычное сусло. На хороших пивоваренных заводах профильтрованное сусло сбраживается отдельно и позволяет получить более плотную и лучше осевшую массу дрожжей, чем в случае нефильтрованного сусла. Что касается брожения, то при всех прочих равных условиях оно заканчивается в профильтрованном сусле на один или полтора дня быстрее, чем брожение обычного сусла.

Разница в количестве растворенного кислорода в двух сортах сусла, о которых мы только что говорили, тем больше, чем ниже внешняя температура. Зимой разница в содержании кислорода в этих двух сортах сусла может быть в два раза больше, чем летом. Это объясняется тем, что летом кипящее сусло поступает на наиболее холодные тарелки с минимальной температурой 20° лишь через 6—7 час. и затем стекает в рефрижератор. Зимой сусло охлаждается

до этой температуры не более чем за три часа, после чего оно продолжает охлаждаться в тарелках до более низкой температуры. В течение 2—3 последних часов последующего охлаждения в тарелках и во время переливания в чан сусло поглощает значительное количество кислорода. Другими словами, зимой сусло, находящееся в свободном контакте с воздухом, остается более длительное время при низких температурах, чем летом.

Другое обстоятельство, помимо охлаждения сусла на тарелках, также усиливает его аэрацию. Сусло переливают в чаны с помощью более или менее изогнутых труб широкого сечения. Сусло, стекая по трубам, благодаря всасыванию, увлекает значительные количества воздуха, который в результате беспрестанного перемешивания растворяется в сусле. Под влиянием этого перемешивания сусла с воздухом в трубах количество воздуха, растворенного в сусле, значительно увеличивается, в особенности зимой, когда температура сусла очень низка. Из данных, приведенных ниже, можно установить, что количество растворяющегося в этот момент кислорода, несмотря на то, что оно сильно колеблется, достигает $^1/_4$ общего количества растворенного в сусле кислорода. В этом мы убедились, сравнивая количество растворенного воздуха в двух пробах сусла, первая из которых была взята из тарелки непосредственно перед сливанием сусла, вторая из чана после его наполнения.

Мы будем называть *степенью насыщения* сусла при температуре t соотношение между количеством кислорода, растворенного в сусле, и количеством кислорода, которое растворилось бы в сусле после насыщения его этим газом при данной температуре.

Определение степени насыщения сводится к сравнению числа делений n использованного гидросульфита для изучаемого сусла и числа делений n', соответствующего тому же суслу, насыщенному кислородом при одинаковой температуре.

Соотношение $\frac{n}{n'}$ указывает степень насыщения сусла при температуре t.

В опытах, которые проводились с суслом со средней плотностью 14,5° по Баллингу, были получены следующие результаты.

Летом для сусла, охлажденного в холодильнике до температуры 5°, степень насыщения выражалась следующими цифрами:

Для нефильтрованного сусла	0,500
» фильтрованного » . . .	0,800

Зимой некоторые пробы как профильтрованного, так и нефильтрованного сусла, разлитые по бочкам при температуре от 3 до 4°, не прибегая для этого к охлаждению в рефрижераторе, оказались насыщенными кислородом. Однако насыщение кислородом нефильтрованного сусла наблюдалось лишь при очень низких внешних температурах (—10° С.). Что касается средних значений, полученных зимою, то для различных проб сусла, разлитого по бочкам при температуре 5°, они выражались следующими цифрами:

Для нефильтрованного сусла . .	0,850
» фильтрованного » . .	0,950

Осенью и весной были получены средние значения, промежуточные между теми, которые приводились выше для лета и зимы, а именно:

Для нефильтрованного сусла	0,500—0,850
» фильтрованного »	0,800—0,950

На основании полученных значений с помощью таблицы Бунзена и формулы (2) предыдущего параграфа можно легко вычислить объем кислорода, содержащегося в сусле пивоваренных заводов. При температуре 5° С, при которой вышеуказанное сусло разливалось по бочкам, и пренебрегая очень небольшой поправкой, вызванной различиями в плотности сусла по Баллингу, на основании этой формулы мы находим, что соотношение коэффициентов растворимости кислорода в насыщенном сусле и в воде равняется:

$$\frac{C'}{C} = 0{,}82.$$

При температуре 5° и при атмосферном давлении, иначе говоря, при давлении кислорода равном $^1/_5$ атмосферы (соответствующим парциальному давлению кислорода в воздухе), количество кисло-

рода, растворенного в одном литре воды, равняется по Бунзену 0,036 л:

$$\frac{0{,}036\ \text{л}}{5} = 7{,}2\ \text{см}^3.$$

Следовательно, в насыщенном сусле количество кислорода будет равняться:

$$7{,}2\ \text{см}^3 \times 0{,}82 = 5{,}904\ \text{см}^3.$$

Умножая эту последнюю цифру на различные значения, найденные для *степени насыщения,* мы определим объемы кислорода, растворенного в одном литре различных проб сусла, а именно:

Сусло летом	Нефильтрованное	$0{,}500 \times 5{,}904$ см³	$= 2{,}950$ см³
	Фильтрованное	$0{,}800 \times 5{,}904$ »	$= 4{,}723$ »
Сусло зимой	Нефильтрованное	$0{,}850 \times 5{,}904$ »	$= 5{,}018$ »
	Фильтрованное	$0{,}950 \times 5{,}904$ »	$= 5{,}609$ »

Очень важно отметить, что в данном случае пробы сусла были взяты из чана для брожения незадолго до начала сбраживания, иначе говоря, в момент, когда в результате предыдущей обработки сусла количество растворенного кислорода в нем достигает своих максимальных значений.

Взятие проб сусла из чана брожения производилось следующим образом: после очень точного определения температуры сусла в чан для брожения (рис. 156) погружали трубку *H*, уже изображенную на рисунке, помещенном на стр. 858. На верхний конец трубки надета резиновая трубка *ab,* длина которой превышала длину стеклянной трубки. Через свободный конец трубки всасывают сусло; жидкость из чана постепенно наполняет стеклянную трубку и вскоре достигает свободного конца *b* каучуковой трубки. Наклоняя в этот момент резиновую трубку, превращают аппарат в сифон. В течение нескольких минут сусло свободно стекает. Затем, когда все следы воздуха были удалены, нижний кран закрывают, и жидкость переносят в аппарат Шютценберже.

Что касается насыщенного сусла, содержание кислорода в котором служит для определения одного из элементов степени насыщения, то его легко получить, наливая в колбу емкостью от 2 до 3 л от 100 до 150 см³ сусла. Затем сусло сильно встряхивают приблизительно в течение 2 мин. для насыщения его воздухом. После этого, чтобы отделить большое количество образовавшейся пены, сусло отстаивают некоторое время в стеклянном сосуде, имеющем форму бокала. Затем с помощью градуированной пипетки берут 50 см³ насыщенного воздухом сусла.

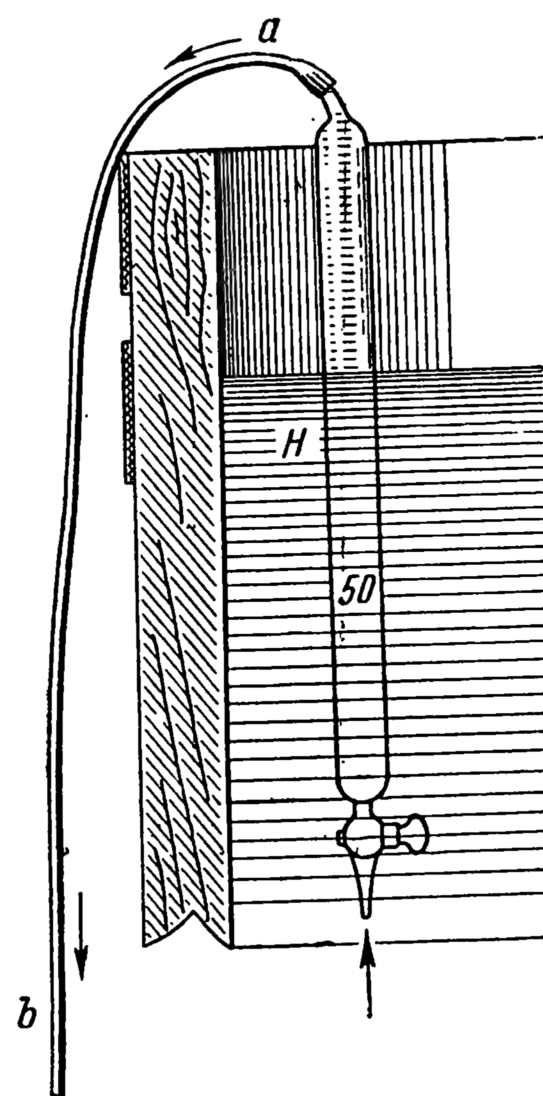


Рис. 156

Мы уже говорили, какое важное влияние оказывает кислород на жизнедеятельность дрожжей, на их развитие и в результате этого на ход брожения. Кроме того на основании вышеизложенных опытов, результаты которых были доложены мною в Академии наук и в Химическом обществе в 1861 г. *, мы знаем, что быстрое развитие дрожжей в контакте с воздухом сопровождается исчезновением кислорода из воздуха. Мы установили условия аэрации сусла, начиная с момента разлива его по тарелкам и кончая чаном для брожения, что предшествует непосредственно началу брожения. Большой интерес представляло изучение того, что происходит в этот момент с кислородом, растворенным в сусле, каким образом дрожжи реагируют на наличие кислорода, одним словом, какое влияние оказывает этот газ на брожение?

Проследим час за часом степень насыщения сусла кислородом после начала брожения на пивоваренном заводе Туртеля. 4 ноября 1875 г. в 7 часов вечера пивное сусло, плотность которого равнялась 14° по Баллингу, было откачано из тарелок с помощью насоса и в 4 часа утра при температуре 6° слито в чан емкостью 32 гл. Брожение началось после добавления в 5 часов утра приблизительно 100 г

прессованных дрожжей на гектолитр сусла. На рис. 157 приводится кривая степени насыщения бродящего сусла кислородом, установленная г.г. Кальметтом и Грене.

На оси абсцисс отложено время в часах и на оси ординат степень насыщения сусла кислородом. Мы видим, что через 12 часов после

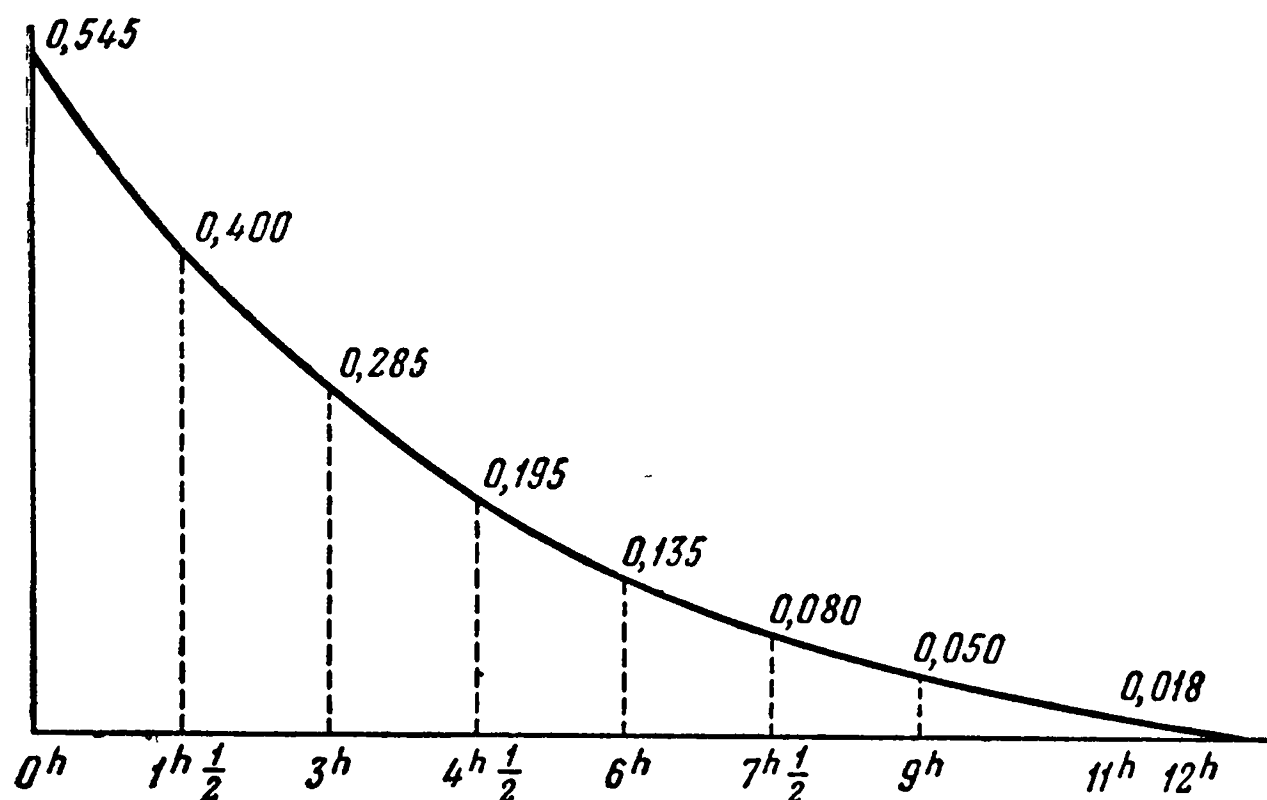


Рис. 157

начала брожения при температуре 6° весь кислород исчез, абсорбированный дрожжами. Мы могли бы убедиться в том, что количество кислорода в чистом сусле, не смешанном с дрожжами, благодаря образованию новых соединений, также уменьшилось бы. Но при 6° за 12 часов это связывание кислорода в отсутствие дрожжей было бы незначительным. Следовательно, в условиях, о которых идет речь, растворенный кислород действительно потребляется дрожжами. Один из наших опытов, позволил получить непосредственное подтверждение этого. Для сбраживания сусла, содержащегося в таком же чане, было внесено двойное количество дрожжей, при этом было установлено, что для полного исчезновения растворенного кислорода потребовалось в два раза меньше времени [154]. Очень важно отметить, что в нашем

[154] Кроме того, в результате непосредственных опытов г-на Шютценберже, проводившихся с аэрированной водой, в которую добавляли дрожжи, уста-

чане, емкостью в 32 гл в момент полного исчезновения растворенного кислорода, клетки дрожжей выглядели значительно лучше, казались более молодыми, более крупными, чем вначале, однако они еще не начали размножаться, и у них было невозможно даже обнаружить видимых почек. Кислород как бы накапливался в клетках, связываясь с легко окисляющимися составными частями их, чтобы быть потребленным впоследствии или для того, чтобы дать первоначальный толчок жизнедеятельности и питанию дрожжей, толчок, который продолжает ощущаться в течение многих последующих поколений.

§ 4. О связывании кислорода пивным суслом

Кислород воздуха не только растворяется в пивном сусле, но и связывается с ним. Очень простой опыт позволяет убедиться в этом. Возьмем кипящее сусло, отделенное от хмеля, находящееся в котле для варки сусла. Нальем это сусло в банку из жести и быстро охладим его, помещая банку в очень холодную воду. Затем охлажденное до 15—20° сусло насыщают кислородом, сильно перемешивая его в большом сосуде. После этого наполним суслом какой-либо сосуд, плотно закупорим его и оставим на 12 час. Наконец, по истечении этого времени исследуем его с помощью гидросульфита натрия, как это было сказано в § 2, и мы убедимся, что в сусле более не содержится даже следов свободного кислорода. Весь газ, который вначале находился в растворенном состоянии, был использован на образование новых соединений, иначе говоря, голубой раствор индиго-кармина, доведенный до желтого цвета с помощью гидросульфита натрия, не приобретает под влиянием этого сусла даже следов голубой окраски.

Следующие опыты были предприняты для изучения этого свойства сусла с тем, чтобы составить себе представление о его значимости и об общем количестве кислорода, которое сусло может абсорбировать

новлено, что последние вызывают быстрое и полное исчезновение растворенного кислорода. С помощью гидросульфита более не удается установить наличия даже следов кислорода (см. Schützenberger. La levûre de bière. Revue scientifique, 2-e sèr., 3, 1874, p. 981—990).

в некоторых особых условиях. Опыты были поставлены в моей лаборатории с суслом пивоваренного завода Туртеля, отправленным мне г-ном Кальметтом в бутылках, наполненных на месте, в Тантонвиле, следующим образом: каждая бутылка была наполнена кипящим суслом, взятым из котла и закупорена пробкой, в которой было просверлено одно отверстие. В это отверстие вставляли конец воронки, также наполненной суслом, которое предохраняют от контакта с воздухом, наливая слой масла. На следующий день бутылки закупоривают цельными профламбированными корковыми пробками с помощью предварительно облитого кипящей водой пробочника. Бутылки прибыли в Париж в очень хорошем состоянии; жидкость соприкасалась с пробками. Сусло отстаивали приблизительно при той же температуре, при которой производилась закупорка бутылок и их перевозка. Отстаивание продолжалось один или два дня. Это делалось для того, чтобы осадок успел осесть на дно бутылок. Действительно, мы знаем, что сусло, кипящее в котле, содержит большое количество нерастворимых и, следовательно, плавающих в нем белковых и других веществ. Сусло над осадком было мутным, опалесцирующим. В таком виде оно и употреблялось в опытах. Без существенных ошибок мы можем считать, что в этом сусле абсолютно не содержалось растворенного кислорода, потому что оно было закупорено в кипящем состоянии и охлаждалось при отсутствии воздуха. Что же касается связанного кислорода, который мог содержаться в сусле ввиду того, что последнее кипятили на воздухе, то количество его, хотя и не равнялось нулю, но было без сомнения очень невелико. Поэтому этот связанный кислород не мог оказать никакого существенного влияния на искомые результаты. Мы будем называть это сусло — *сусло из котла*.

Первый опыт. В колбу с прямой шейкой с помощью сифона вводят определенный объем сусла, принимая предосторожности для того, чтобы сифон захватывал лишь опалесцирующую жидкость и не затрагивал осадка на дне бутылки. Затем, оттянув шейку колбы в пламени горелки, сусло кипятят. Во время кипячения оттянутый конец шейки колбы запаивали и после охлаждения в колбу впускали чистый воздух. Для этого оттянутый и запаянный конец горла колбы

слегка надпиливали и с помощью резиновой трубки соединяли со стеклянной трубкой. В стеклянной трубке содержался толстый слой прокаленного асбеста. После этого оттянутый конец горла колбы, находящийся в резиновой трубке, отламывали, воздух, поступающий в колбу, фильтровался через асбест. После этого резиновую трубку удаляли и сломанный оттянутый конец шейки колбы снова запаивали в пламени горелки. Для того, чтобы насытить воздухом сусло, колбу в течение минуты сильно встряхивали, а затем переносили в баню, где ее оставляли приблизительно в течение четверти часа. После этого колбу переносили в термостат с температурой 25°. На следующий день и в последующие дни эту операцию повторяли. Так продолжалось в течение 5 дней.

Сусло, лишь слегка окрашенное вначале, постепенно приобретало коричнево-красноватый оттенок. В нем выпадал аморфный осадок, но сусло при этом не просветлялось. Однако после фильтрования сусло становилось совершенно прозрачным, чего нельзя было достигнуть с мутным, опалесцирующим суслом, содержащимся в бутылках в момент их получения.

Приводим результаты анализа воздуха, содержащегося в колбе, произведенного немедленно после нового и интенсивного перемешивания сусла, что имело своей целью насытить воздухом сусло перед анализом содержащегося в колбе воздуха:

29 ноября. Температура, при которой колба была наполнена воздухом	4°
Атмосферное давление	751 мм
Емкость колбы	333 см³
Объем сусла	120 »
8 декабря. Объем анализированного газа	27,6 »
Объем газа после воздействия едкого калия	27,4 »
» » » » » пирогалловой кислоты	22,4 »
Кислород	5,0

Состав воздуха:

Кислород	18,25
Азот	81,57

Формула, приведенная на стр. 864, позволяет сделать вывод, что при температуре 8° (температура насыщения сусла перед началом анализа) количество кислорода, растворенного в 120 см³ сусла, равнялось 0,84 см³.

В момент запаивания колбы общий объем кислорода, вычисленный для температуры 0° и 76 см давления, равнялся 44,73 см³.

В момент проведения окончательного анализа объем кислорода в тех же условиях составлял 38,86 см³.

Следовательно, исчезло 5,87 см³ кислорода. Но так как в растворенном состоянии содержалось 0,84 см³ этого газа, то в результате связывания было поглощено 5,03 см³, что составляет 41,7 см³ связанного кислорода на литр.

Второй опыт. В другом аналогичном опыте, но в котором колба хранилась пять дней при строго постоянной температуре в 55° без перемешивания жидкости с находящимся над ней воздухом, было найдено:

Объем анализированного воздуха . . .	28,5 см³
» газа после воздействия едкого калия	28,3 »
» » » » пирогалловой кислоты	23,0 »
Кислород	5,3

Состав воздуха:

Кислород	18,6
Азот	81,4

Исходное количество кислорода	29,40 см³
Оставшееся » »	26,04 »
Количество исчезнувшего »	3,36 »
» растворенного »	0,54 »
» связанного »	2,82 »
» » » . . . . на литр сусла	35,2 »

Цвет сусла в этом опыте стал приблизительно такой же, как и цвет сусла в первом опыте.

Третий опыт. В этом опыте колба после своего наполнения воздухом и запаивания была оставлена в течение такого же времени при температуре между 2 и 4°. В этом случае было найдено:

Объем анализированного воздуха . . .	27,8	см³
» газа после воздействия едкого калия	27,8	»
» » » » пирогалловой кислоты	22,3	»
Кислород. . . .	5,5	

Состав воздуха:

Кислород	19,7
Азот	80,3

Исходное количество кислорода	29,40	см³
Оставшееся » »	27,58	»
Количество исчезнувшего кислорода	1,82	»
» растворенного »	0,44	»
» связанного »	1,38	»
» » » на литр сусла	17,2	»

В последнем опыте сусло почти не изменило своего цвета. Цвет этого сусла при сравнении с цветом сусла, охлажденного в тарелках на пивоваренном заводе, был немного темнее. Но это различие, хотя и несомненное, было едва заметно. Мы скоро вернемся к этому имеющему большую важность замечанию.

Четвертый опыт. Для того чтобы составить себе представление о скорости абсорбции кислорода суслом, были поставлены следующие опыты:

Были взяты три колбы *A, B, C,* объем которых, равнялся соответственно:

Для колбы $A = 234$
» » $B = 214$
» » $C = 203$

В колбы было налито сусло в следующих объемах (сусло из котла, не содержащее воздуха):

В колбу	*A*	96 см³
»	*B*	84 »
»	*C*	84 »

Шейка каждой колбы оттягивалась и запаивалась в пламени горелки. Температура жидкости в это время равнялась 5°. Затем колбы нагревались в течение четверти часа при 100° в водяной бане. Колбу *A* многократно встряхивали во время охлаждения. Содержимое колбы *B* перемешивалось аналогичным образом, тогда как содержимое колбы *C* не перемешивалось.

Содержимое колбы *A* анализировалось немедленно после ее полного охлаждения, иначе говоря, через три часа. Анализ содержимого колб *B* и *C* был проведен через 24 часа. К анализу приступили после того, как содержимое колб было тщательно перемешано в течение нескольких минут для того, чтобы сусло, содержащееся в них, было насыщено воздухом при определенной температуре с целью точного определения количества растворенного кислорода.

В результате мы установили, что в сусле этих трех колб содержалось:

В колбе *A* количество связанного кислорода на литр равнялось 20 см³
В колбе *B* количество связанного кислорода на литр равнялось 21,4 »
В колбе *C* количество связанного кислорода на литр равнялось 16,8 »

Из этих опытов можно сделать несколько выводов: перемешивание сусла с воздухом оказывает значительное влияние на поглощение кислорода; в результате перемешивания горячего сусла немедленно происходит очень значительное поглощение кислорода; абсорбция кислорода холодным суслом, находящимся в покое, протекает очень медленно.

Результаты вышеприведенных опытов показывают с достаточной очевидностью, что горячее пивное сусло, стекающее в тарелки для охлаждения и остающееся в них в течение многих часов, должно в результате связывания поглощать значительное количество кисло-

рода. Но эти опыты не дают никаких указаний относительно точного объема кислорода, который был действительно абсорбирован. Мы можем лишь на основании замечания, которым заканчивается третий опыт (стр. 875), сделать вывод, что общее количество кислорода, абсорбированное суслом на пивоваренном заводе Туртеля, во время охлаждения его в тарелках, должно быть меньше 17 см^3 на литр,

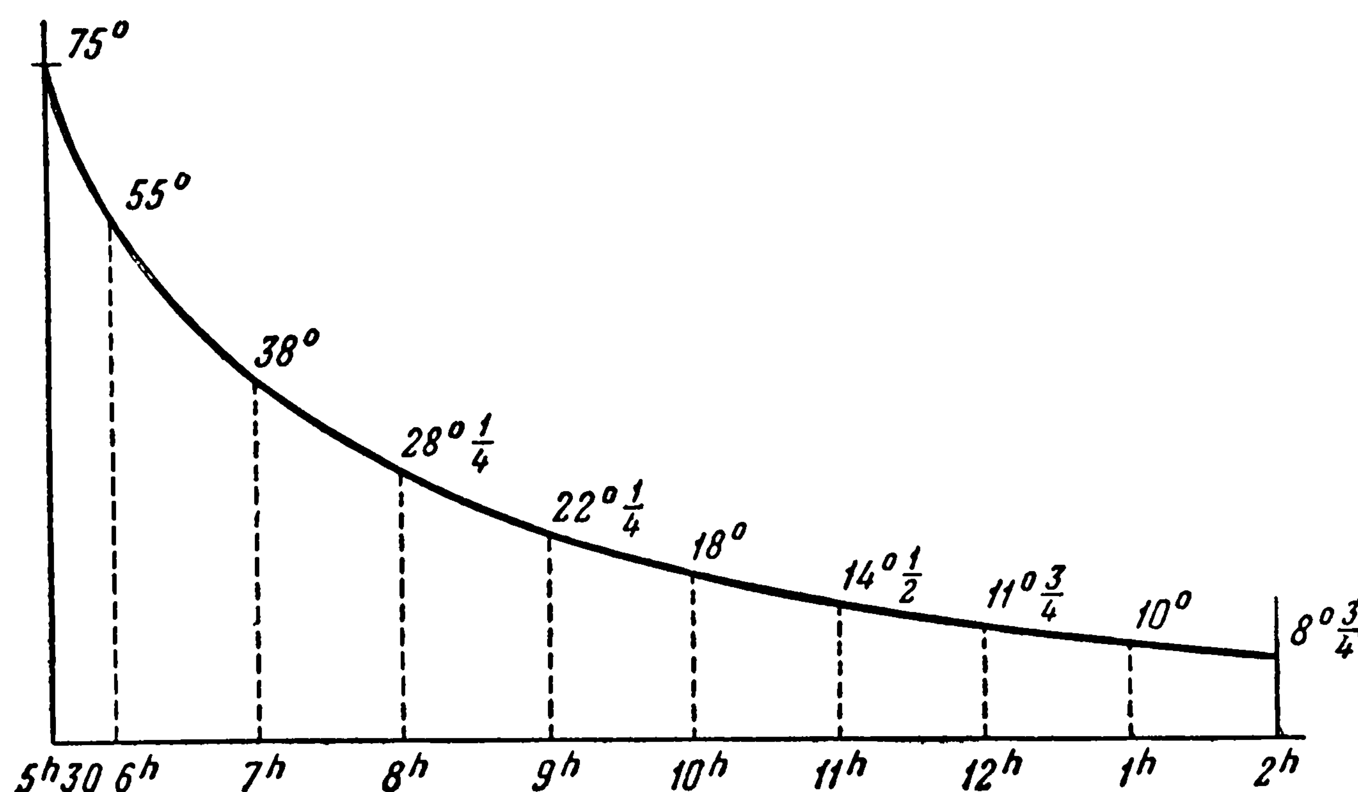


Рис. 158. Кривая охлаждения сусла в тарелках (18 декабря 1875 г.)

потому что цвет сусла в результате связывания 17 см^3 кислорода на литр был темнее, чем цвет сусла, взятого из тарелки на пивоваренном заводе.

Если бы мы установили кривую охлаждения сусла в баках в Тантонвиле, то в лабораторных опытах мы смогли бы приблизиться к условиям окисления сусла в тарелках, оставляя для этого сусло под воздействием воздуха в запаянных колбах, температура в которых будет изменяться согласно данным вышеупомянутой кривой. С этой целью я поручил г-ну Кальметту изучить ход охлаждения сусла в тарелках в Тантонвиле. На рис. 158 приводятся данные, полученные в одном из опытов.

На оси абсцисс отложено время в часах, на оси ординат температура. Внешняя температура равнялась 0°, ветра не было. Сусло

начали перекачивать в тарелки в 5 час. 20 мин. вечера; температура его в этот момент равнялась 85°. Переливание длилось от 5 час. 20 мин. до 5 час. 30 мин. Первое определение было сделано в 5 час. 30 мин., последующие определения производились каждые 10 мин. до 7 час. 30 мин. Начиная с 7 час. 30 мин. до 8 час. 30 мин. определения проводились каждые 20 мин., а затем каждые полчаса до 2-х часов ночи — момента переливания сусла в бродильные чаны. Средняя толщина слоя сусла равнялась 8,5 см.

После окончания этих определений был поставлен следующий опыт: известное количество сусла из котла и, следовательно, лишенного кислорода, как и сусло, поступающее в тарелки, наливали в цилиндрический мерный сосуд, закрытый после этого резиновой пробкой. Избегая встряхиваний, сосуд немедленно переносили в водяную баню с температурой 85°. Имеющий идентичную форму контрольный сосуд, закрытый пробкой, снабженной термометром, нижний конец которого был погружен в сусло, предназначался для того, чтобы следить за изменением температуры. Температуру снижали постепенно, в точности следуя данным, приведенным на вышеупомянутой кривой, до тех пор, пока через 8,5 часов температура не упала до 10°. Без сомнения, мы не можем быть уверены, что нам удалось реализовать таким образом все условия, существующие в тарелках для охлаждения, но мы к ним приблизились уже в достаточной степени, так как нашей задачей является скорее приближенное, чем очень точное определение. После этого воздух, оставшийся в сосу де, был собран в колоколе, погруженном в ртуть, и подвергнут тщательному анализу. Одновременно с помощью аппарата Шютценберже производилось количественное определение кислорода, растворенного в сусле этого сосуда.

Полученные результаты легко позволяют вычислить количество исчезнувшего кислорода, иначе говоря, количество кислорода, абсорбированное из атмосферы сосуда с суслом и вступившее в соединение с легко окисляющимися составными частями последнего.

Объем сосуда равнялся 815 см^3, объем сусла 391 см^3, толщина слоя жидкости составляла 8 см. Было установлено, что один литр сусла по-

глощает в результате связывания 9,49 см^3 кислорода. Сходные результаты были получены и для другого сосуда с суслом, обработанного аналогичным образом.

Растворенный кислород оказывает очень большое влияние на брожение. Очень важно было установить также, какое влияние оказывает на брожение и связанный кислород. Последующие рассуждения и опыты позволяют нам пролить свет на этот вопрос.

Я уже отметил выше, что натуральное сусло, содержащее сахар и выставленное на воздух, окисляется и окрашивается и что эта окраска исчезает, когда сусло начинает бродить. Приведенное наблюдение заставляет предполагать, что связанный кислород в это время исчезает, будучи поглощен дрожжами. Аналогичное явление наблюдается и с пивным суслом. За время контакта с чистым воздухом сусло приобретает очень темный цвет. В процессе брожения сусло в значительной степени просветляется, и если его окраска и не возвращается полностью к окраске, которую сусло имело при поступлении из котла, то, по всей вероятности, это объясняется тем, что количество кислорода, связанное с суслом, часто превышает количество кислорода поглощенное дрожжами. Наконец, мы знаем, что и дрожжи поглощают кислород, потому что в процессе брожения сусла, содержащего сахар и более или менее насыщенного растворенным кислородом, первое влияние, оказываемое дрожжами, заключается в поглощении кислорода, который фиксируется веществом клеток. Поэтому мы должны ожидать, что не только кислород, растворенный в пивном сусле, но также и связанный кислород будет поглощаться дрожжами и благоприятствовать таким образом интенсивности брожения. Это доказывают и опыты, поставленные непосредственно для проверки высказанных предположений. Брожение сусла, окислившегося при контакте с воздухом, растворенный кислород из которого полностью исчез в результате прямого химического связывания, происходит значительно легче, быстрее и полнее, чем брожение того же сусла, не содержащего ни свободного, ни связанного кислорода. Опыты были поставлены следующим образом. *Сусло из котла* быстро нагревали до кипения в большой колбе с двумя горлами подобно той, которая изображена на рис. 147. Затем в колбу вводили чистый воздух и после охлаждения

сусло насыщали кислородом, интенсивно перемешивая его в течение пятнадцати минут. Затем сусло переливали, под давлением нагнетая воздух через S-образную трубку в колбы меньшего объема, сходные по форме с предыдущими. Колбы наполняли доверху, и изогнутые трубки погружали в ртуть. Сусло выдерживали два или три дня, время более чем достаточное для того, чтобы растворенный кислород мог быть использован в химических реакциях, в чем к тому же мы убеждались, проводя анализ содержимого такой же колбы, служившей контролем. После этого вызывали брожение сусла в опытных колбах и для сравнения — *сусла из котла,* не содержащего ни растворенного, ни связанного воздуха.

Другие опыты были поставлены с чистым суслом, насыщенным связанным кислородом в результате хранения его в течение года в открытых сосудах в контакте с чистым воздухом. Весь растворенный воздух был удален из сосуда благодаря длительному кипячению на бане с ртутью. После этого колбы засевались старыми дрожжами, избегая контакта с воздухом. Дрожжи совершенно не развивались, что доказывает, что связанный кислород, в отличие от свободного или растворенного кислорода, не может вызвать омоложения дрожжей. Но после того, как омоложение дрожжей было вызвано небольшим количеством воздуха, брожение начинается значительно легче, чем в сусле из котла, которое находилось в таких же условиях, но не содержало связанного кислорода.

§ 5. О влиянии связанного кислорода на осветление пивного сусла

Связанный кислород оказывает также и другое влияние, имеющее большое значение, так как в данном случае дело идет об осветлении пива. Как известно, одним из наиболее ценных качеств этого напитка является его прозрачность и его игра. На основании результатов четвертого опыта, приведенного на стр. 875, мы знаем, что горячее сусло, перемешанное с воздухом и исследованное немедленно после его охлаждения, иначе говоря, через 3 часа уже абсорбировало и связало значительный объем кислорода. В опытах, о которых я напомнил, объем поглощенного кислорода был не менее 20 см^3 на литр сусла. Переме-

шивание холодного сусла с воздухом насыщает сусло растворенным кислородом; но количество кислорода, которое связывается в этих условиях за 3 час., очень незначительно, несмотря на то, что насыщение сусла растворенным кислородом заканчивается менее чем через 1 мин. перемешивания на воздухе. Если же две пробы сусла, одна из которых смешивалась с воздухом нагретой, а другая—холодной, профильтровать после 24-часовой выдержки или даже немедленно, то мы с удивлением убедимся, что в отношении прозрачности эти пробы резко отличаются одна от другой. Сусло, перемешанное с воздухом горячим, имеет более темную окраску и совершенно прозрачно, тогда как другая проба остается мутной. Лишь через 5—6 дней вторая проба сусла, оставленная в контакте с воздухом, а затем профильтрованная заново, становится прозрачной. Это нам объясняет хорошо известное наблюдение, которое можно легко проверить на практике: сусло из котла, быстро или медленно охлажденное, но защищенное от контакта с воздухом, а также сусло, перемешанное с воздухом после охлаждения, проходит через фильтр слегка мутноватым, тогда как после охлаждения в тарелках, где оно связывается с некоторым количеством кислорода, сусло становится после фильтрования совершенно прозрачным. Любой искусный пивовар опасается, как бы процесс не пошел иначе, потому что нельзя отрицать, что быстрота осветления сусла оказывает благоприятное влияние на скорость осветления пива.

Однако было бы большой ошибкой думать, что осветление сусла уже достаточно для того, чтобы вызвать осветление пива. Поэтому я должен немедленно несколько отклониться от нашей темы, чтобы доказать это на фактах. 3 февраля 1874 г. приготовлено 2 гл сусла. Кипящее сусло вместе с содержащимся в нем хмелем было перелито в бак, во всех отношениях сходный с баком, изображенным на стр. 841. Он отличался лишь тем, что на расстоянии 1 см от дна у него находилось второе дно с отверстиями. Это двойное дно предназначалось для удержания листьев хмеля.

Температура сусла в баке после его наполнения 3 февраля в 4 часа дня равнялась 90°, окружающая температура была 10°. Сусло охлаждалось медленно, так как бак не обливали холодной водой. Плотность сусла по Баллингу равнялась 14 °.

Вот каким образом менялась температура.

		Темпера-тура сусла	Окружающая температура
4 февраля.	11 часов утра	38°	9°
	7 часов вечера	30	9
	11^{30} часов вечера	26,3	9
5 февраля	9 часов утра	21	8
	12 часов дня	19,75	8
	4 часа дня	18	8,5
6 февраля	11 часов утра	14	8
7 февраля	2 часа дня	11	7

Сусло, слитое через небольшой кран, расположенный на одинаковом расстоянии от верхнего и нижнего края чана, было очень прозрачным, несмотря на то, что оно было взято в толще жидкости над осадком хмеля.

8 февраля температура сусла равнялась 9,5°, а окружающая температура 5°. Установлено, что сусло осталось совершенно прозрачным. Оказалось, что сусло, слитое через небольшой кран и проверенное по методу Шютценберже, не содержало свободного растворенного кислорода, несмотря на то, что его поверхность находилась все время в контакте с воздухом. Сусло по-прежнему оставалось совершенно чистым, потому что, как это было указано выше, устройство нашего чана позволяет пропускать в него воздух, совершенно лишенный зародышей болезней.

Только 12 февраля, после того как мы еще раз убедились в том, что сусло не загрязнено и сохранило без малейших признаков какой-либо опалесценции кристальную прозрачность, смело сравнимую с прозрачностью коньяка, к нему добавили дрожжи.

Предварительно сусло перелили в бак, идентичный баку для охлаждения, но не имеющий двойного дна. Во время переливания сусло аэрировалось. Для этого суслу давали стекать на своеобразную перевернутую вверх дном маленькую банку из жести диаметром от 4 до 5 см. Благодаря такому положению банки сусло поглощало кислород в количестве несколько большем, чем то, которое необходимо, чтобы насыщение сусла несколько превысило одну треть его максимального

насыщения. Иначе говоря, растекаясь по поверхности банки и стекая затем тонким слоем, сусло поглощает объем кислорода, составляющий более $^1/_3$ общего количества кислорода, которое оно может абсорбировать при данной температуре.

В момент переливания сусла его температура равнялась 12°. Брожение было вызвано приблизительно 4 л бродящего пива, содержащегося в сосуде емкостью в 6 л. Брожение, вызванное дрожжами нижнего брожения, началось 3 февраля. Пиво слито из бака 24 февраля; плотность его в этот момент равнялась 5,25° по Баллингу. Было собрано 2,345 кг дрожжей, из которых получено 1,313 кг (56%) прессованных дрожжей. Вес дрожжей, высушенных при 100°, равнялся 36,7% от веса прессованных дрожжей, что составляет 482 г дрожжей на общее количество сусла. Таким образом, в 1 гл сусла образовалось 241 г дрожжей.

В момент переливания пиво было мутным.

Пиво, налитое в маленький стакан, не просветлело ни через 24, ни через 48 час. Пробы, взятые в предыдущие дни, также оставались мутными. Дрожжи хорошо осели и не образовывали налета на боковых стенках бака. О том, что жидкость была не вполне прозрачна, можно было скорее судить по ненормальному цвету пива, чем по наличию ясно видимой мути. Заметим мимоходом, что если бы предыдущий опыт при прочих равных условиях был поставлен с суслом, компоненты которого связали бы кислород и окислились, и одновременно само сусло обогатилось растворенным кислородом, то пиво было бы прозрачным и более крепким.

Этот опыт показывает, что из сусла, *совершенно прозрачного* в момент добавления к нему дрожжей, не всегда можно получить прозрачное пиво ко времени его переливания. Кроме того, полученное таким образом мутное пиво в дальнейшем трудно поддается осветлению.

Я должен добавить, что, повторяя этот опыт с суслом, охлажденным с наибольшей возможной при нашем оборудовании скоростью, и используя для охлаждения бака очень холодную воду, мне удалось получить почти прозрачное пиво к моменту его переливания, которое при хранении в бочках или бутылках довольно быстро полностью

просветлело. Общая длительность охлаждения равнялась лишь 2 часам.

Какую роль играет связанный с суслом кислород в осветлении сусла или осветлении пива? Хотя дать точный ответ на этот вопрос затруднительно, тем не менее следует указать, что в пиве, которое хорошо осветляется, при изучении его в микроскопе во время брожения можно обнаружить, помимо скоплений клеток дрожжей, плавающие аморфные частицы более плотные и более крупные, чем те, которые вызывают помутнение сусла или пива, впоследствии плохо осветляющегося. Это заставляет нас сделать вывод, что под влиянием связанного кислорода изменяется природа аморфного осадка, образующегося во время сбраживания пивного сусла. Во время кипячения сусла из хмеля выделяются различные вещества: смолы, ароматические соединения, таннины, большая часть которых остается в растворе лишь благодаря наличию сахара и декстрина. Когда под влиянием дрожжей эти вещества сами более или менее окисляются, а сахар превращается в спирт и углекислоту, некоторые горькие и смолообразные соединения, попавшие из хмеля, становятся нерастворимыми и остаются в жидкости в виде суспензии. Очень вероятно, что как раз в этот момент связанный кислород и проявляет свое действие, изменяя физическую структуру этих нерастворенных частиц, которые, соединяясь вместе, легче выпадают в осадок [155].

---

[155] На стр. 527 первой главы я отметил, что среди аморфных гранул, составляющих осадки сусла и пива, часто обнаруживаются маленькие шарики смолистых и красящих соединений очень правильной сферической формы; эти очень плотные гранулы могут вызывать помутнение жидкости, когда последнюю перемешивают; но они быстро и легко выпадают в осадок, и ни малейшего количества их не остается во взвешенном состоянии. Во время брожения сильно окисленного сусла образующийся осадок и состоит как раз из подобного рода частиц. Однажды в моей лаборатории я хотел вызвать брожение сусла в чане емкостью 12 гл. В моем распоряжении имелся лишь котел в 2,5 гл, поэтому мне пришлось заказать сусло на соседнем пивоваренном заводе, которое было доставлено в двух бочках емкостью в 6 гл, а затем прогреть полученное сусло частями в котле емкостью 2,5 гл. В результате этих операций сусло было окислено значительно больше, чем в момент получения его с завода. В этом случае осадок в пиве образовывался с удивительной легкостью,

Окисление вызывает также появление осадка в сусле. Этот осадок благоприятствует склеиванию и осаждению очень маленьких частиц, плавающих в сусле благодаря механическому воздействию, аналогичному тому, которое наблюдается при осветлении вина. Подобного рода явления и происходят в тарелках. Сусло в котле содержит нерастворимые вещества, которые попадают вместе с ним в тарелки. Так как кипящее очень прозрачное сусло мутнеет при охлаждении, то, следовательно, в холодном сусле содержится два сорта нерастворимых веществ: 1) вещества, нерастворимые на холоду и при высокой температуре. Часть из них, как я только что говорил, образуется под влиянием тепла и воздуха. Все эти вещества быстро оседают на дно сосудов; 2) чрезвычайно мелкие частицы, нерастворимые на холоду и растворимые при высокой температуре. Они появляются при охлаждении сусла и придают жидкости молочный оттенок. Без воздействия воздуха они, если можно так выразиться, остаются постоянно в виде суспензии. В сусле, взятом кипящим из котла, при охлаждении образуется значительный осадок на дне бутылок. Разольем это сусло по бутылкам, не наполняя их доверху, причем в одни бутылки нальем лишь мутноватую жидкость, содержащуюся над осадком, а в другие мутное сусло с частью осадка. Если нагреть эти бутылки до 100° и содержимое их до момента охлаждения несколько раз перемешать с воздухом, то мы легко убедимся, что бутылки, содержащие сусло с осадком, просветляются скорее и полнее, чем бутылки без осадка. Следовательно, нерастворимый осадок, образующийся в котле для кипячения сусла, оказывает влияние на просветление пива. Однако необходимо отметить, что это влияние несравнимо слабее влияния, оказываемого непосредственным окислением сусла.

Переливание и выдержка сусла в тарелках в известной степени удовлетворяют тем различным условиям, которые необходимы для просветления сусла. Сусло, содержащее большое количество нерастворимых веществ, вытекает очень горячим и немедленно попадает под воздействие воздуха.

и клетки дрожжей были перемешаны в осадке с шариками, изображенными под номером 6 на рис. 67. Я повторил этот опыт с меньшими количествами сусла и получил такие же результаты.

§ 6. Применение принципов, на которых основан новый способ приготовления пива с употреблением ограниченных количеств чистого воздуха

Мы имеем теперь представление о количестве свободного или связанного кислорода, поглощаемого суслом при современных способах приготовления пива. Кроме того, мы знаем, что излишек воздуха может оказывать неблагоприятное влияние в особенности на аромат и на очень ценимое потребителем качество пива, которое получило название *букета* пива. Поэтому очень важно было установить, не слишком ли велико количество активного кислорода, поглощенное суслом при современном способе получения пива.

Лучший практический способ для выяснения этого вопроса заключается в сравнении различных порций сусла, в которых доступ воздуха, сначала равный нулю, как, например, в случае охлаждения сусла в атмосфере углекислого газа, будет постепенно увеличиваться. Нижеследующая постановка опыта позволяет реализовать эти условия.

Пивное сусло охлаждают до температуры 75—80° в чане C с двойным дном (рис. 159). Отсюда по трубке ab оно поступает в рефрижератор, например, в рефрижератор Бодло, но который в противоположность обычному аппарату Бодло работает наоборот, иначе говоря, внутри трубок циркулирует сусло, а вода снаружи [156]. Охлажденное сусло, температура которого измеряется с помощью термометра C, стекает по трубке CDD и наполняет бродильный чан A из жести или лучше из луженой меди, крышка которого снабжена смотровым стеклом и

---

[156] Легко понять, что этот аппарат может подвергаться весьма различным изменениям. К нему можно присоединить любой змеевик или вообще любой из новых рефрижераторов, созданных за последние годы. Важно лишь соблюдение принципа чистоты сусла во время его охлаждения.

Рефрижератор Бодло имеет широкое распространение во Франции; поэтому в моих опытах в Тантонвиле я и предпочел пользоваться им. Его можно поместить в ящик из железа или луженой меди, причем сусло стекает по внешней стороне трубок, тогда как внутри их циркулирует холодная вода. Необходимо, чтобы в ящик поступал лишь чистый воздух. В этих условиях сусло охладится быстрее, чем в аппарате, описание которого приводится в тексте, и обычно в условиях, позволяющих избегать его загрязнение. Кроме того, степень аэрации сусла может меняться по желанию.

трубкой *gmn* для циркуляции воздуха во время брожения. Парная, симметрично расположенная трубка не изображена на рисунке, так как она находится на задней стороне чана.

Буквой *d* обозначен насос для чистого воздуха. Более детальное изображение этого насоса, обозначенное буквой *T*, приводится отдельно. Сусло, стекая по широкой трубе, благодаря аспирации захватывает с собой воздух, поступающий *снаружи*. Медную трубку, по которой поступает воздух, прокаливают с помощью газовой горелки. Благодаря этому приспособлению количество кислорода, растворившегося в пиве, составляет $^1/_3$ и более от общего количества кислорода, которое сусло могло бы растворить, если бы оно было насыщено при температуре постановки опыта.

Буквой *F* обозначено детальное изображение перевернутой вниз воронки со слоем ваты, находящимся между двумя железными сетками. Эта воронка прикреплена к свободному концу трубки *mn* и предназначена для очистки воздуха, поступающего в бродильный чан во время брожения.

Буквой *V* обозначен кран для поступления пара, с помощью которого чан и рефрижератор очищают от всех посторонних зародышей перед каждым новым брожением и перед тем как налить новую порцию сусла в рефрижератор.

Когда брожение в бродильном чане *A* началось, то мы можем вызвать брожение во втором чане следующим образом: с помощью маленького крана, расположенного на границе нижней трети чана, несколько литров бродящего пива наливают в бачок из луженой меди который был предварительно очищен струею пара и наполнен чистым воздухом. Содержимое этого бачка немедленно переливают в новый чан, что не представляет затруднений, так как для этого достаточно соединить кран бачка с маленьким краном чана. После этого чан наполняют суслом, которое смешивается с бродящим пивом. Таким образом, мы видим, что все эти манипуляции производятся в условиях полной чистоты без малейшего контакта как с внешним воздухом, так и с емкостями, загрязненными зародышами болезней [157].

---

[157] Это приспособление ограничивает количество кислорода, которое может поглощаться суслом в результате непосредственного окисления. Количество

В редких случаях промышленник может сразу перейти на новый способ приготовления, заставляющий его менять свое оборудование, а способ, о котором мы говорим, требует изменений бродильного чана и способа охлаждения сусла. Но новый способ мог бы оказать большие услуги при применении его лишь для приготовления чистых дрожжей и чистого сусла или даже для приготовления лишь одних чистых дрожжей. Другими словами, можно было бы сохранить обычные способы, применяемые для брожений, вызванных дрожжами нижнего брожения, и старые способы охлаждения или же ввести новый способ, сохраняя при этом те же самые бродильные чаны, и проводить брожение при низких температурах. Но дрожжи должны изготовляться чистыми в закрытых чанах, описанных выше, собираться в соответствующих чанах, аэрироваться и применяться по предложенным методам. Еще лучше было бы вызывать брожение чистым бродящим пивом. Над помещением, в котором происходит разлив пива по бродильным чанам, следует расположить чаны для приготовления пива по новому способу. Чистое пиво из этих чанов будет поступать в большие чаны, расположенные в нижнем помещении, и вызывать брожение сусла. Несомненно, приготовленное таким образом пиво не будет совершенно чистым. Однако результаты, полученные с пивом, приготовленным та-

---

воздуха в сусле можно было бы легко увеличить по желанию, пропуская сусло, поступающее из котла, а затем из фильтра для удержания хмеля, через расположенный горизонтально крутящийся цилиндр, снабженный внутри постоянными перегородками для распыления сусла, что обеспечивает наиболее полный контакт его с воздухом, содержащимся в цилиндре. Вместо крутящегося цилиндра можно пользоваться неподвижным чаном, в котором сусло перемешивается с помощью специальной мешалки, снабженной лопастями, или лопастных винтов. В обоих случаях эту установку необходимо сделать таким образом, и это не представляет каких-либо затруднений, чтобы воздух, приходящий в контакт с суслом, был чистым. Неподвижный чан может сообщаться с внешним воздухом, например, с помощью трубки, наполненной ватой. Воздух, содержащийся в чане в момент поступления сусла, будет очищен, благодаря высокой температуре сусла, вытекающего из котла. Подобное приспособление имеет значительное преимущество, так как позволяет окислять сусло до определенной степени. Отсюда сусло поступает в рефрижератор. Можно было бы также нагреть окисленное в тарелках сусло до 75°, а затем охладить его, как мы указывали выше, пропуская через него воздух с помощью насоса.

ким образом, показывают, что оно хранится значительно дольше, чем пиво, приготовленное с помощью обычных дрожжей даже в тех случаях, когда получение последних проводилось с наибольшей тщательностью и чистотой, которые возможны на наиболее хорошо оборудованных заводах.

В сентябре 1874 г. в Тантонвиле был поставлен опыт с закрытым чаном емкостью в 6 гл. Осадок дрожжей был использован для засева открытого чана, сусло в котором охлаждалось в условиях, позволяющих избежать его загрязнения. Как и сусло в закрытом чане, оно охлаждалось с помощью рефрижератора Бодло, изображенного на рис. 159. Обозначим для краткости буквой *K* закрытый чан или содержащееся в нем пиво, буквой *M* открытый чан или содержащееся в нем пиво и буквой *T* соответствующее пиво, полученное обычным способом на пивоваренном заводе. Брожение в чане *K* было вызвано 4 сентября. Плотность этого пива, слитого 17-го, равнялась 5,5° по Баллингу.

Пиво *K* и пиво *M* отправили в Париж одновременно с пивом *T*, приготовленным обычным способом. Эти различные сорта пива, полученные 22 октября, подавались в пяти различных кафе.

Пиво *M* очень хорошо выдержало сравнение с пивом *T*. Вкус этих двух сортов пива был настолько сходен, что даже большие знатоки не всегда могли их различить. Как то, так и другое были совершенно прозрачными. В двух кафе пиву *M* отдавали даже предпочтение перед пивом *T*. Пиво *M* расценивали как более *нежное* и более *пряное*, что объясняется слабой аэрацией сусла, из которого оно было приготовлено.

Пиво *K*, хотя и очень хорошего вкуса и очень прозрачное, расценивалось ниже пива *M*, но лишь исключительно потому, что в день дегустации 3 ноября в нем не образовывалось еще пены. Как я уже указывал, одной из особенностей пива, приготовленного в закрытых сосудах, является то, что вторичное брожение начинается медленно. Дрожжи, остающиеся во взвешенном состоянии в пиве в момент его переливания, являются для всех сортов пива, если можно так выразиться, началом, вызывающим дополнительное брожение. При обычных способах приготовления пива, используемых на пивоваренных

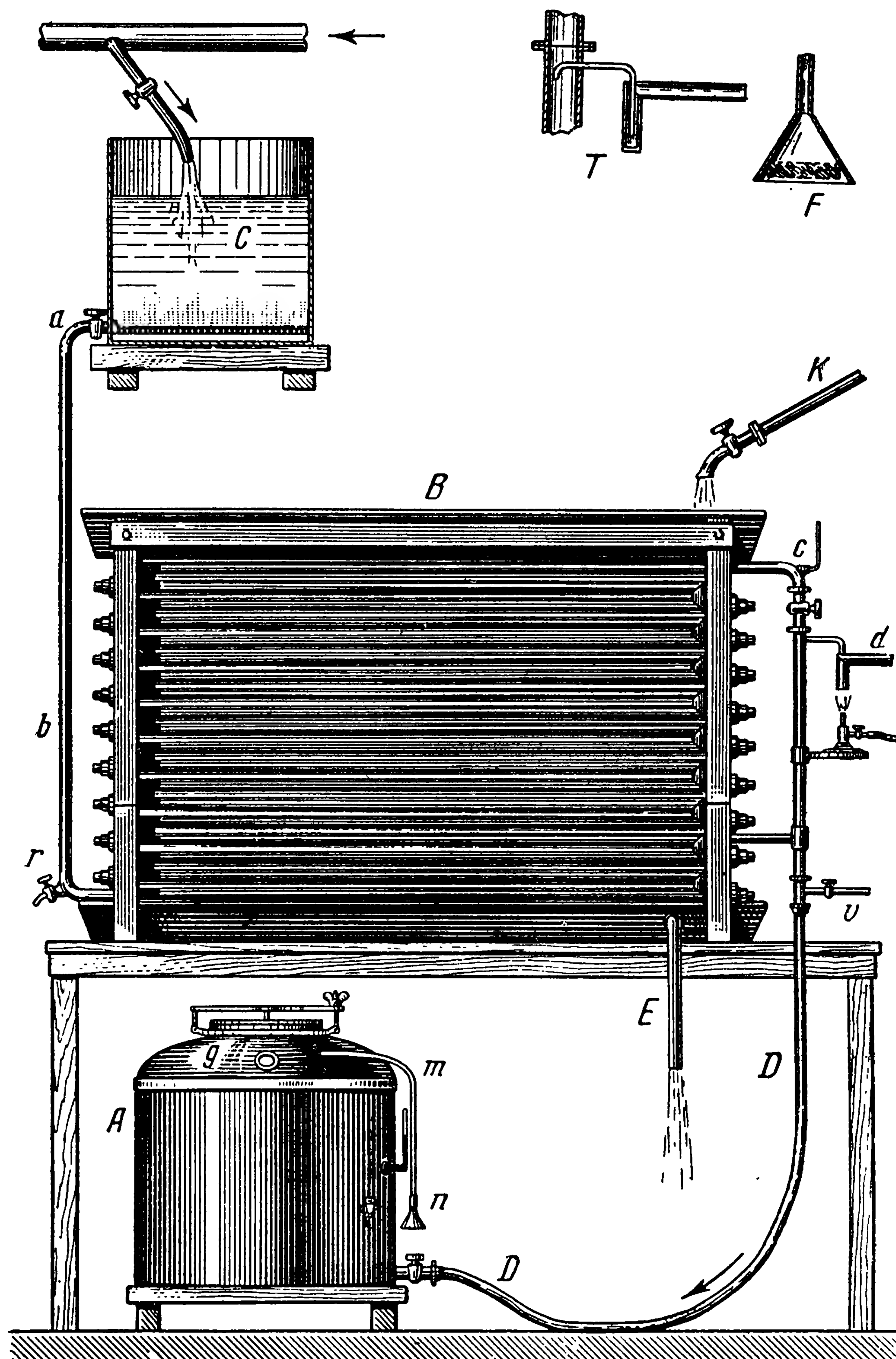


Рис. 159

заводах, эти дрожжи благодаря интенсивной аэрации сусла в начале брожения более активны или, лучше сказать, более способны к омоложению и размножению, чем дрожжи в пиве, полученном в закрытых чанах. Если бы бочки пива *К* были вскрыты 12 или 15 ноября вместо 3 ноября, то, по всей вероятности, в пиве *К* содержалось бы не меньше углекислого газа, чем в пиве *М* 3 ноября. Более медленное возобновление брожения пива, приготовленного в закрытых чанах, представляет даже известное преимущество. Во-первых, облегчается перевозка пива на дальние расстояния, во-вторых, осадок дрожжей в бочках и бутылках не достигает обычной величины, что я уже рассматривал выше.

Что касается длительности хранения пива *М* и пива *Т*, то по этому вопросу было сделано следующее наблюдение [158].

25 ноября в пиве, приготовленном обычным способом, появился неприятный привкус и обильный осадок. Оно потеряло свою кристаллическую прозрачность и образовало громадное количество пены. В осадке обнаруживается много ферментов заболеваний и в особенности ферментов, изображенных на рис. 67 (№ 1 и 7).

Наоборот, пиво *М* сохранило кристаллическую прозрачность, образовавшийся осадок очень незначителен. Количество пены нормальное, скорее даже несколько меньше, чем обычно.

3 декабря пиво *М* остается еще в очень хорошем состоянии. Оно совершенно прозрачно, прекрасно сохраняется и специалисты пивовары считают, что оно очень стойко.

22 декабря пиво *М* продолжает оставаться прозрачным и хорошего качества.

20 января пиво по-прежнему прозрачно. Однако в первый раз в осадке на дне бутылок, который все еще очень незначителен, были обнаружены нити, вызывающие скисание пива. Болезнь лишь начинается. Следовательно, это пиво хранилось по крайней мере на 2 месяца дольше, чем соответствующее пиво, полученное на пивоваренных заводах обычным способом.

---

[158] Обычное пиво, находившееся в одной из бочек, было разлито по бутылкам в конце октября, одновременно было разлито по бутылкам и пиво *М*, содержавшееся в другой бочке

Приведенный пример показывает, что в отношении длительности хранения и качества пива применяемые в настоящее время способы приготовления значительно выиграли бы от употребления чистого сусла и чистых дрожжей. По всей вероятности, в этой форме новый способ и будет освоен на пивоваренных заводах.

Что касается длительности хранения пива, приготовленного новым способом с наиболее точным соблюдением всех правил, то в течение лета 1875 г. по этому поводу были сделаны следующие наблюдения. Пиво, приготовленное в Тантонвиле, в течение июня — июля при 13° было отправлено в бочках емкостью от 50 до 80 л малой скоростью в Арбуа (Юрская область), где я находился в это время. Температура винного подвала, в который поместили бочки с пивом 1 июня, равнялась 12,5°; она медленно поднималась и 1 сентября достигла 18°. В этом подвале заводское пиво, приготовленное обычным способом, испортилось через 2—3 недели. Пиво, приготовленное новым способом, хранилось без изменения в течение нескольких месяцев. Правда, в некоторых бочках пена исчезла, и пиво стало походить в этом отношении на *вино*. Но подобные результаты не зависят от условий, свойственных новому способу.

В результате сравнения пива *К, М* и *Т,* о котором мы только что говорили, вытекает, что, несмотря на несомненное благоприятное влияние аэрации и окисления сусла на ускорение брожения и осветление пива, введение больших количеств растворенного или связанного кислорода в сусло не является необходимым для успешного приготовления пива. Когда содержание кислорода в сусле превышает известный предел, а при обычных способах приготовления пива этот предел, несомненно, превзойден, то кислород оказывает неблагоприятное действие на вкусовые качества и аромат пива.

Проведенное сравнение позволило нам получить доказательство того, что новый способ может применяться с суслом, содержание кислорода в котором достигает $^1/_3$ насыщения и брожение которого вызвано доброкачественными дрожжами нижнего брожения, полученными при сбраживании сусла, аэрированного аналогичным образом. Эти сравнения показывают также, что пиво, приготовленное новым способом, может храниться значительно дольше, что оно обладает та-

ким же качеством и лучшим вкусом, чем пиво, полученное из того же самого сусла с помощью современных способов.

Выводы, касающиеся крепости пива, приготовленного новым способом, вполне обоснованны, несмотря на то, что при дегустации было установлено, что новое пиво *M* обладает такой же крепостью, как и пиво завода Туртеля, полученное обычным способом, потому, что сусло, обработанное новым способом, при всех прочих равных условиях менее концентрировано, чем то же самое сусло, обработанное старым способом. Оно не испарялось в тарелках, что привело бы к повышению его концентрации. Если бы к суслу добавили воду, которую оно потеряло в результате испарения, пиво, приготовленное по старому способу, было бы значительно слабее [159].

Совершенно необходимо пользоваться хорошими разновидностями дрожжей нижнего брожения. Мы установили, что при применении некоторых дрожжей осветление пива происходит плохо, очень медленно, и выпадение осадка по окончании брожения полностью задерживается. Подобные дрожжи нередко придают пиву особый привкус, привкус дрожжей, который не исчезает даже после длительного хранения пива в бочках. Повторное культивирование этих дрожжей в закрытых или открытых сосудах вне зависимости от количества воздуха, поглощенного суслом перед брожением, по-видимому, не изменяет их свойств. Подобные разновидности дрожжей следует возможно быстрее уничтожить и заменить другими.

---

[159] Интенсивность испарения в тарелках может быть различна и зависит от оборудования пивоваренного завода. Количество испарившейся воды не меньше нескольких сотых общего объема сусла. Одним из существенных преимуществ нового способа является то, что при всех прочих равных условиях на 100 гл сусла получается на 5,6 или 7 гл пива больше, чем при применении современных способов, и это не сопровождается снижением крепости пива. К тому же мы можем легко установить количество испарившейся в тарелках жидкости, определяя количество воды, которое необходимо добавить к определенному объему сусла, стекающему из тарелок, для того чтобы в точности уравнять его плотность с плотностью исходного сусла, причем определения плотности того и другого сусла должны производиться при одинаковых температурах. Для этих исследований можно с успехом пользоваться английским сахарометром Бейта, который позволяет производить определение плотности сусла с точностью до одной тысячной.

Несмотря на некоторые успехи, полученные при использовании нового способа на различных промышленных предприятиях, он тем не менее не нашел еще широкого применения. Следует помнить, что дело в данном случае идет не о каком-то небольшом изменении или механическом улучшении, которое может быть сразу же внедрено в текущую работу заводов, но о довольно сложных операциях, требующих специального оборудования. В подобных случаях необходимо некоторое время и усилия для того, чтобы изменить распространенное промышленное производство. Это нисколько не снижает доверия, с которым следует рассматривать будущность предложенного способа. Я надеюсь, что это доверие возникнет у всех внимательных читателей этой работы

ПРИЛОЖЕНИЕ

Во время печатания настоящего труда появились две брошюры, касающиеся вопроса о зарождении низших организмов.

Первая написана Фреми *. Автор, кажется, намеревался, только в новой форме, резюмировать свои выступления в дискуссии о происхождении ферментов, имевшей место в 1871—1872 гг. в Академии наук. Во время этой дискуссии Фреми обещал издать большой мемуар, насыщенный фактами. Я лично был очень разочарован при чтении его работы. Мои опыты и выводы, которые я из них делаю, чаще всего представлены в его работе совершенно неприемлемым для меня образом. Кроме того, Фреми ограничивается тем, что выводит a priori из своей любимой гипотезы ряд заключений, основанных на предварительных опытах, ни один из которых не доведен до такого состояния, чтобы его результаты могли считаться достаточно показательными. По правде говоря, это — роман о полуорганизмах в такой же мере, как книга Пуше ** была в свое время романом о гетерогении. Между тем, что может быть более ясным, чем объект спора? Я утверждаю, основываясь на опытах, против которых не было возражений, что живые организованные ферменты происходят из живых же организмов и что зародыши этих ферментов находятся во взвешенном состоянии в воздухе или на поверхности различных предметов. Фреми же считает, что эти ферменты образуются полуорганизмами, действующими на белковые вещества при соприкосновении с воздухом. Поясним это на двух примерах.

Вино является результатом работы дрожжей, т. е. растительных клеток, размножающихся почкованием. Согласно моей теории зародышами этих клеток кишит осенью поверхность ягод винограда и древесина его гроздей. Доказательства, которые я привожу, ясны до очевидности. Согласно Фреми дрожжевые клетки возникают в результате самопроизвольного зарождения, т. е. в результате превращения содержащих азот веществ виноградного сока, как только этот сок приходит в соприкосновение с воздухом.

Кровь вытекает из вены, она загнивает и быстро наполняется бактериями и вибрионами. Я говорю, что зародыши этих бактерий и вибрионов занесены пылью, взвешенной в воздухе или находящейся на поверхности предметов, на теле наблюдаемого животного, на употребляемых сосудах и пр. Фреми же считает, напротив, что бактерии и вибрионы зародились самопроизвольно, потому

что альбумины и фибрин крови являются полуорганизованными. При соприкосновении с воздухом эти вещества самопроизвольно превращаются в столь подвижные организмы.

Доказывает ли Фреми свои взгляды? Никоим образом. Он ограничивается утверждением, что дело обстоит так, как он говорит. Он беспрерывно говорит о полуорганизме и его действии, но мы нигде не находим экспериментального доказательства, подтверждающего его положения. Однако имеется простой способ для доказательства существования полуорганизмов. В этом отношении мы находимся в полном согласии. Этот способ состоит в том, чтобы взять пробы виноградного сока, крови, мочи и т. д. из тех органов, которые содержат эти жидкости, избегая только соприкосновения их с пылью воздуха или окружающих предметов. По гипотезе Фреми эти жидкости в присутствии чистого воздуха должны непременно забродить. По моему же мнению, должно произойти обратное. Вот решающий и основной опыт, который должен решить спор между обеими теориями. Фреми не оспаривает того, что этот опыт может дать *критерий* истинности того или другого взгляда. Но в таком случае я ведь первый опубликовал в 1863 и 1872 гг. опыты, поставленные по этому столь убедительному методу.

Результаты были таковы. В сосудах, полных воздуха, лишенных пыли, виноградный сок не бродил, т. е. в нем не образовались винные дрожжи. Кровь не загнивала, т. е. в ней отсутствовали бактерии и вибрионы. Моча не стала аммиачной, т. е. не дала начала никакому организму. Словом, нигде не обнаружилось зарождения жизни.

В ответ на эти столь неотразимые аргументы Фреми на протяжении всей своей брошюры в 218 страниц повторяет, что указанные результаты, которые он признает уничтожающими для своей теории, объясняются, однако, тем обстоятельством, что в моих сосудах воздух, вначале чистый, очень скоро химически изменяется при соприкосновении с кровью, мочой или виноградным соком, кислород в нем заменяется углекислотой, и с этого момента полуорганизм не может уже проявить свою деятельность. Я очень удивлен этим утверждением, так как Фреми не может не знать, что уже в 1863 г. я дал анализы воздуха моих сосудов после того, как они оставались стерильными в течение десяти, двадцати, тридцати и сорока дней при самых высоких температурах. Кислород там находился часто даже почти в таком же количестве, как в атмосферном воздухе [160]. Почему Фреми не цитировал этих анализов? А ведь это и является главным и существенным моментом. Кроме того, если Фреми хочет проверить правильность своих объяснений, то существует простой способ восстановить чистоту воздуха, соприкасающегося с жидкостью в сосудах: следует пропускать в течение круглых суток через эти сосуды медленный и постоянный ток чистого воздуха. Я это проделывал сотни раз и выяснил, что способ-

[160] Pasteur. C. r. de l'Acad. sci., 56, 1863, p. 734—740.

ные к загниванию или брожению жидкости остаются и в таком случае стерильными.

Идея о полуорганизме является, таким образом, совершенно недоказанной гипотезой. Я не сомневаюсь, что мой ученый собрат признает это в Академии, ибо он неоднократно и публично обещал сделать такое заявление, как только мои опыты покажутся ему убедительными.

Зачем бороться против очевидности фактов и доказательств? Это никому не приносит пользы, а наука теряет в общественном мнении в уважении и достоинстве. Я был бы счастлив, если бы точность моих исследований по затронутому вопросу снискала милость Фреми и если бы они встретили с его стороны ту же благосклонность, которой они пользуются за границей. Есть ли теперь по ту сторону Рейна хоть один человек, который поддерживал бы идеи Либиха, вариантом которых и является гипотеза Фреми о полуорганизме? Если мои доказательства недостаточно убедительны для Фреми и он колеблется, то наблюдения Тиндаля завершат обращение его к истине.

Вторая работа, о которой я хотел говорить, принадлежит перу знаменитого английского физика Джона Тиндаля. Она была доложена в Лондонском королевском обществе на заседании от 13 января этого (1876) года *.

Следующее письмо знакомит нас с поводом, вызвавшим исследования знаменитого преемника Фарадея в Королевском институте.

Лондон, 16 февраля 1876 г.

Дорогой господин Пастер!

В течение последних лет в Англии было опубликовано несколько работ молодого врача Бастиана под заглавиями «*Начало жизни*», «*Эволюция или происхождение жизни*» и т. д. Этот же автор напечатал значительное количество статей в различных журналах и газетах. Обстоятельность, с которой он описывает свои опыты, и тот уверенный тон, с которым он делает свои выводы, произвели громадное впечатление как на английскую, так и на американскую публику. Но, что особенно важно с практической точки зрения, это то влияние, которое оказывают эти работы на медицинский мир. Он с большой горячностью нападает на Ваши работы. И хотя на лиц, основательно знакомых с Вашими работами, он произвел только слабое впечатление, однако он произвел сильное и, прибавлю, очень досадное впечатление на других.

Наконец, неясность и неуверенность возросли до такой степени, что шесть месяцев тому назад я пришел к мысли о том, что это значило бы оказать услугу науке и в то же время отдать Вам дань справедливости, если бы я подверг вопрос новому исследованию. Приводя в исполнение мысль, появившуюся у меня шесть лет назад,— подробности изложены в статье в «British Medical Journal» **, которую я имел удовольствие послать Вам,— я просмотрел бóльшую часть того материала, на который опирался Бастиан, и, думается мне,

я опроверг много ошибочных мнений, которые вводили в заблуждение публику.

Нельзя не отметить последовавшего за этим изменения тона английских медицинских журналов, и я склонен думать, что доверие, которым пользовались у публики опыты д-ра Бастиана, было в значительной степени поколеблено.

Принимаясь снова за эти исследования, я имел случай освежить в своей памяти Ваши работы. Они оживили во мне все то восхищение, которое я испытывал, читая их в первый раз. Я намерен продолжать свои исследования до тех пор, пока я не рассею все сомнения, которые могли возникнуть, в безупречной точности Ваших выводов.

Первый раз в истории науки мы имеем право питать верную надежду, что по отношению к эпидемическим заболеваниям медицина скоро будет избавлена от эмпиризма и будет поставлена на действительнонаучную почву. Когда настанет этот замечательный день, человечество, по моему мнению, должно будет признать, что именно Вам оно в большей части обязано своей признательностью.

Ваш искренне преданный

Подпись: Джон Тиндаль

Я не буду говорить о том огромном удовлетворении, которое я испытал при чтении этого письма. Я узнал, таким образом, что мои работы получили поддержку в работах ученого, прославленного точностью своих экспериментальных исследований, так же, как и блестящей и выразительной ясностью своего изложения. Наградой самолюбию ученого является одобрение лиц, равных ему, или учителей, которых он почитает.

Тиндаль установил следующее замечательное явление. В ящике с покрытыми глицерином стенками, размеры которого менялись и могли быть очень большими, все частицы пыли, взвешенные в воздухе ящика, в течение нескольких дней оседают на стенках и прилипают к глицерину. Тогда воздух в этом ящике становится таким же чистым, как в наших баллонах с двумя горлышками. Луч света может показать момент, когда такая чистота достигнута. В самом деле, Тиндаль доказал, что для глаза, ставшего чувствительным благодаря краткому пребыванию в темноте, луч света видим только при наличии в воздухе частиц пыли, способных отражать и рассеивать свет. Напротив, луч становится совершенно невидимым, когда из воздуха осядут все твердые частицы. Было установлено, что при таком полном очищении воздуха, наступавшем быстро (2—3 дня для ящика, которым пользовался Тиндаль), различные органические жидкости сохраняются в ящике, не проявляя ни малейших следов гниения и не давая зарождаться бактериям. Напротив, подобные жидкости через 2—4 дня уже кишат бактериями, если сосуды, содержащие эти жидкости, выставляются на воздух, окружающий ящики. Если Тиндаль захочет, то сможет

выпустить в эти ящики кровь из вены или артерии животного и показать, что она не будет загнивать.

Тиндаль заканчивает надеждой на возможность применения результатов его статьи к эпидемиологии заразных заболеваний. Я вполне разделяю его взгляды по этому поводу и благодарю его за напоминание о следующем моем заявлении, из моих «Исследований о болезни шелковичных червей»: «Если, как я в этом убежден, учение о самопроизвольном зарождении химера, то во власти человека заставить исчезнуть с поверхности земного шара инфекционные заболевания» *.

СООБЩЕНИЕ О БРОЖЕНИИ ФРУКТОВ И О РАСПРОСТРАНЕНИИ ЗАРОДЫШЕЙ ДРОЖЖЕЙ СПИРТОВОГО БРОЖЕНИЯ

В недавно опубликованной работе о пиве и о брожениях * я привел легко воспроизводимый опыт, который доказывает, что зародыши спиртовых дрожжей находятся в очень большом количестве на кистях зрелого винограда. Они встречаются также в очень больших количествах и в лабораториях, где занимаются изучением брожения, наоборот, они обнаруживаются довольно редко в пыли атмосферного воздуха вне этих лабораторий. Я установил также, что на поверхности одеревеневшей плодоножки кисти винограда дрожжи встречаются значительно чаще, чем на поверхности самих ягод, и что высушенные при обычной температуре дрожжи, находящиеся на одеревеневшей плодоножке, постепенно, за несколько месяцев, погибают и, наконец, что, пока новый виноград не созрел, на поверхности его вовсе не обнаруживается дрожжей. Более того, вполне созревший виноград, раздавленный маленькими порциями в контакте с воздухом, часто не может бродить. Невозможность брожения в указанных условиях столь легко сбраживаемого фруктового сока наблюдается особенно часто у винограда, выращенного в теплицах и который был собран в апреле или марте. Отсутствие брожения можно установить в любое время года, раздавливая по частям кисти винограда, хранившиеся по методу Томери.

Мастерство Томери, как известно, заключается в хранении винограда в течение нескольких месяцев после его сбора. Для этого каждую кисть срезают с куста с частью ветки, на которой она выросла, ветку помещают в небольшой бокал, в тором находится вода с куском угля на дне, при этом кисть висит вне бокала. Благодаря наличию

угля вода не гниет, и вследствие этого плодоножка кисти, ягоды, которые на ней расположены, и ветка не высыхают. Ягоды на этих кистях столь хорошо сохраняются, что когда их привозят в ящиках для продажи в зимние или весенние месяцы, то можно подумать, что кисти были только что срезаны с куста. В этих условиях плодоножка кисти и ягоды сохраняют достаточно влаги, и дрожжи, находящиеся на их поверхности, не погибают и могут вызвать брожение, если раздавить несколько кистей или частей кисти. Но когда опыт повторяют многократно, то всегда можно обнаружить части кистей, сок которых не бродит. Чтобы дополнить эти наблюдения, я с помощью г-на Шамберлана, препаратора Эколь Нормаль, предпринял новые опыты с клубникой, вишнями и смородиной. Как и в опыте с виноградом, до полного созревания этих фруктов на них нельзя обнаружить живых зародышей спиртовых дрожжей. Раздавленные в контакте с воздухом, они не бродят, и, что особенно интересно, они не вызывают брожения раствора сахара, когда их погружают в него целыми или раздавленными. Появляются лишь различные плесени, но не дрожжи, в точном смысле этого слова. Постоянно встречаются клетки *dematium,* как будто бы из этих растений позднее в момент созревания образуются клетки дрожжей спиртового брожения. Подобно винограду созревшие фрукты бродят, когда их берут в определенном количестве. Если же опыт ставят с отдельными зрелыми ягодами этих фруктов, то в зависимости от присутствия или отсутствия зародышей дрожжей брожение начинается или не начинается.

В настоящее время года зародыши дрожжей спиртового брожения вновь появляются на плодовых деревьях, а может быть и на других растениях. В таком громадном городе, как Париж, происходит очень обширная торговля вишнями, клубникой, смородиной. Фрукты попадаются повсюду, к тому же сейчас стоит теплая погода, благоприятствующая брожениям. По всей вероятности, воздух парижских улиц должен содержать в настоящее время большое количество зародышей дрожжей. Если бы брожения были заболеваниями, то мы могли бы сказать, что в настоящее время в Париже свирепствуют эпидемии брожений. Вот каким образом мы можем легко убедиться в наличии зародышей дрожжей в воздухе, которым мы дышим в настоящее

время в Париже: выставим на воздух, например, на террасе (на террасе моей лаборатории на улице Ульм) сусло, содержащее сахар, в неглубоких фарфоровых чашках с плоским дном, предварительно хорошо очищенных нагреванием от всех посторонних зародышей. Очень хорошо подходит для этих опытов консервированный виноградный сок. Через 24 или 48 час. содержимое каждой чашки переливают в колбу с длинным горлом, только что вынутую из кипящей воды. Переливание жидкости необходимо для того, чтобы можно было убедиться впоследствии в брожении сусла. Если сусло оставить в чашках и время от времени подливать в них прокипяченную воду для замены испарившейся воды, то чаще всего наличие брожения будет трудно установить благодаря очень обильному развитию плесени. Проводя опыт с 12 чашками, имеющими поверхность приблизительно в 200 см^3 и с таким же количеством колб, мы можем быть более или менее уверенными, что содержимое нескольких колб начнет бродить, даже если сусло было выставлено на воздух при небольшом ветре лишь на 48 час.; правда, в результате этого на дне чашек оседает изрядное количество пыли. Чаще всего обнаруживаются дрожжи, которые встречаются в большом количестве на поверхности садовых фруктов (*S. past.*, *S. apic.*, *S. ellips.* и сферические дрожжи, очень похожие на *S. ellips.*). Часто встречаются также *mycoderma vini* или *cerevisiae* и аэробные торуилы, похожие на дрожжи, что легко объяснимо, так как, по моему мнению, все они образуются за счет клеток *dematium** .

Зимой эти опыты дадут совершенно иные результаты и будут удаваться редко.

Пыль, находящуюся в атмосфере, можно собрать также на ватный или асбестовый тампон, через который с помощью водяного насоса пропускают воздух, затем тампоны помещают в сусло, содержащее сахар. Этот способ имеет свои недостатки. При употреблении чашек зародыши дрожжей немедленно, после их попадания в жидкость, начинают прорастать в сусле, насыщенном растворенным воздухом. Когда жидкость переливают затем в колбу с длинным горлом, что затрудняет доступ воздуха, то споры плесени, находясь в неблагоприятных для их развития условиях, не могут явиться значительной помехой

для размножения клеток дрожжей, которые через три или четыре дня размножатся в достаточном количестве для того, чтобы вызвать довольно интенсивное брожение. В тех же самых условиях ватные тампоны, погруженные в сусло, вызывают брожение, но реже, чем в опытах с чашками, поставленными по вышеуказанному способу. Ранее, несмотря на многочисленные попытки, правда, с зимней пылью, мне не удалось вызвать брожения (см. мою статью от 1862 г. «О так называемом самопроизвольном зарождении») *.

КРИТИЧЕСКИЙ РАЗБОР ПОСМЕРТНОЙ РАБОТЫ КЛОДА БЕРНАРА О БРОЖЕНИИ *

20 июля 1878 г. благодаря стараниям г-на Бертло, в «Revue scientifique» была опубликована рукопись о брожении **, найденная после смерти Клода Бернара в его спальне.

Я очень далек от того, чтобы порицать г-на Бертло за опубликование этой работы, хотя, по-моему, это следовало бы сделать при других обстоятельствах. Знаменитый физиолог никому не поручал опубликование этой рукописи, и она, как сообщает г-н Бертло, была «тщательно спрятана».

Вот статья, появившаяся в «Revue» с предисловием г-на Бертло. Текст, который я привожу, был сверен с оригиналом. Во многих местах он значительно отличается от текста «Revue». Я укажу в сносках некоторые из добавлений и пропусков в напечатанном тексте. Перечисление всех ошибок было бы утомительно, так мало внимания было уделено исправлению корректур.

Между тем чрезвычайно важно, чтобы эти заметки появились перед читателем с их основными недочетами, как будто бы перед его глазами находился рукописный оригинал. Само значение, которое могут иметь эти заметки, требует, чтобы они были воспроизведены со всей необходимой точностью.

«Незадолго до того, когда наука потеряла Клода Бернара, его гений сохранял всю свою мощь и сила его духа изобретательства ничуть не уменьшилась. В течение нескольких месяцев он проводил новую серию исследований о *спиртовом брожении* и говорил своим друзьям и ученикам, что, по его мнению, ему удалось сделать открытия, которые могут вызвать глубокие изменения господствующих теорий. К несчастию, смерть похитила его ранее, чем он открыл свой секрет; когда же у него возникла об этом мысль, было уже слишком поздно. «Это у меня в голове»,— говорил он г-ну д'Арсонвалю, своему преданному препаратору, который окружил его в последние моменты жизни самым

теплым уходом. «Это у меня в голове, но я слишком устал, чтобы Вам это объяснить».

У Клода Бернара не было привычки записывать детально свои опыты, до того как будут достигнуты окончательные результаты. Все это привело к тому, что все его друзья считали его последние открытия окончательно потерянными, пока г-н д'Арсонваль не нашел тщательно спрятанную тетрадь с заметками, которые приводятся ниже, написанными полностью рукою Клода Бернара.

Это лабораторные записи, описывающие в очень сжатой форме опыты, которые Клод Бернар производил в октябре 1877 г. во время сбора винограда в своем имении Сен-Жюльен около Виллафранш. Результаты изложены в них слишком кратко для того, чтобы служить строгим доказательством, не более полно, чем обычно в заметках изобретателей; часть их воззрений и их работ, часто наиболее важная, хранится в их памяти до момента окончательного редактирования. Эти краткие указания представляют особый интерес, потому что они сопровождаются личными замечаниями, которые всякий оригинальный ученый делает самому себе в виде временных комментариев к проведенным наблюдениям.

Клод Бернар продолжает свои опыты в Коллеж де Франс в течение ноября и декабря; но никаких записей, касающихся этих последних исследований, обнаружено не было.

Мы знаем лишь, что его высказывания за несколько дней до смерти находились в полном соответствии с общими утверждениями заметок из Сен-Жюльена.

При таком положении дел многие друзья и ученики Клода Бернара сочли, что для науки было бы интересно сохранить следы последних работ этого великого ума, в каком бы незаконченном виде он нам их ни оставил. В них можно увидеть, каким образом он считал необходимым подойти к изучению проблемы и какими путями надеялся достичь ее разрешения.

Таково предисловие, которое г-н Бертло поместил перед нижеследующими заметками Клода Бернара в «Научном обозрении» от 20 июля 1878 г.

I[1]*

1. Сок винограда; гнилые пивные дрожжи; гниющая поджелудочная железа и т. д.

2. Высушить осадок фермента вина.

---

[1] Римские цифры в начале различных разделов записок были помещены мною для удобства обозначения этих разделов. В рукописи Бернара их не имеется.

Рукопись не озаглавлена «Различные заметки», как это указано в «Revue». Весь первый параграф, начиная со слов: 1. *Сок винограда...* и кончая сло-

3. Высушенный виноград, набухший в воде; сок не сбраживается, если не повредить кожицу; сухой гнилой виноград.

4. Добавить воду к гнилому винограду.

5. Профильтровать сок через гущу гнилого винограда, получится ли из свежего не сгнившего сока сок старого гнилого винограда.

6. Образование спирта независимо от клеток.

Опыт III[2]

A. Гнилой виноград, отжатый или не добавленный к чистой жидкости.

B. Смесь гнилого сока со свежим не сгнившим соком.

Будет ли образовываться в ней спирт без фермента?

Содержится ли в гнилом винограде растворимый фермент?

В свежем соке[3] образуются зародыши.

В гнилом соке пластические силы погибают[4], но растворимый фермент продолжает существовать; будет ли образовываться спирт в этих условиях?

7. Будет бродить сок гнилых груш[5], смешанный со свежим виноградным соком?

Будет ли грушевый сок таким, как[6] гнилой виноградный сок? При добавлении очень малого количества азотистых веществ они истощаются и более не бродят. Будет ли увеличиваться количество спиртов в гнилом фруктовом соке, где плазматическая способность убита? Лишить их спирта высушиванием или в вакууме, затем снова добавить воды и посмотреть, будет ли образовываться спирт? Хороший опыт[7].

Гнилой виноградный сок, хотя и содержащий сахар, не бродит, *при добавлении к нему фермента* он будет бродить.— *Да.*

Почему не образуется фермент?

Добавить к свежему соку гнилую[8] белковую жидкость, гнилые дрожжи. Будет ли образовываться спирт под влиянием гнили без дрожжей? Это будет растворимый спиртовой фермент[9].

вами *любопытно проследить,* находится на обратной стороне листа, на лицевой странице которого написано: *Опыты. Сен-Жюльен 1877.* Следовательно, этот параграф, хотя и не имеет даты, относится ко времени проведения опытов между 1 и 20 октябрем 1877 г.

[2] В «Revue» напечатано *примеры.*

[3] В «Revue» напечатано *винограда.*

[4] В «Revue» напечатано *убиты.*

[5] В «Revue» напечатано *винограда.*

[6] Слова *как* в рукописи нет.

[7] Слова *хороший опыт* в «Revue» не воспроизведены.

[8] В «Revue» слово *гнилой* пропущено, так же как и слова *гнилые дрожжи* в той же фразе.

[9] После этого абзаца в «Revue» выпущены следующие фразы, в кото-

В соке гнилых груш и яблок дрожжи не будут образовываться; в соке свежих груш они будут образовываться, это как и для винограда.

Почему?

Добавить к соку гнилых груш или гнилого винограда сахара глюкозы, будут ли образовываться дрожжи?

Все это любопытно проследить.

II

Сен-Жюльен, 1 октября 1877 г.[10]

Опыт, посвященный поискам зародышей дрожжей на кистях винограда

Я взял кисти зрелого винограда, вымыл их кисточкой из волос барсука в чистой тепличной воде, воде стекающей с крыш, как указывает Пастер. В результате получил мутную жидкость. При немедленном рассмотрении в микроскопе я не нахожу в ней ничего похожего на зародыши или какие-либо организмы. Я обнаружил лишь частицы пыли или комочки земли, находившиеся на поверхности кисти или ягод винограда.

Я обработал аналогичным образом кисти зеленого (незрелого)[11] винограда и не нашел ничего, кроме частиц пыли. Оставив эти промывные воды в моей комнате, я просмотрел их через пять или шесть дней, я обнаружил

рых находится слово, которое действительно не удалось прочесть, и часть неоконченной фразы: «Гнилой фермент, оставленный на воздухе с кистями винограда, образуются дрожжи. Почему не в жидкости? Не потому ли, что в гнилом соке содержится (непонятное слово) спирта. Нет. Проследить это любопытное явление отсутствия брожения или скорее проследить образование дрожжей в соке незрелого винограда и в (фраза не окончена)».

[10] Рядом с заглавием на полях с указанием *сноски* написаны следующие слова: «Следовало бы взять дистиллированную воду или чистую дождевую воду». *Сноска* соответствует словам *воде, стекающей с крыш,* которые находятся в тексте заметки.

Наконец, на полях этого первого параграфа написана программа его курса лекций будущего года, как он указывает; но местами эту программу трудно прочесть. В «Revue» она полностью выпущена. В ней вопрос касается дыхания; многие слова нельзя разобрать. Вот последние строчки: «Понятие об организмах. Начать с дыхания — конфликт,— потом в связи с питанием остановиться на брожениях и на зарождении и на иннервации».

[11] В «Revue» написано везде aigris — *скисший* или aigres — *кислый.* Тогда как в рукописи применяется местный термин aigrés (для обозначения не вполне зрелого винограда).

на поверхности промывных вод спелого винограда пленку, состоящую из монад вибрионов и других более крупных инфузорий. На дне стакана имеется осадок, в котором обнаруживаются организованные частицы, представляющие известную аналогию с частицами, изображение которых Пастер приводит в своей работе. Но эти образования [12] появились после промывания винограда, они образовались уже в настое, в котором содержалось, может быть, немного виноградного сока, или же организованных частиц, т. к. при трении кисточкой несколько ягод винограда отделилось.

В настое зеленого винограда содержалось также много инфузорий, но я не обнаружил в нем подобных растительных организмов.

Опыт повторить, принимая все необходимые предосторожности, для того чтобы не отделить ягод винограда.

III

Сен-Жюльен, 7 октября 1877 г. (оп. № 4).

Опыт, касающийся образования спирта в виноградном соке, не содержащем фермента

7 октября я взял не очень спелый белый виноград, немедленно отжал его, чтобы получить сок. Этот сок я немедленно исследовал в спиртоскопе *. Спирта в нем не обнаруживается — нет даже плоских полос. Другую часть жидкости я профильтровал — жидкость фильтруется менее часа в комнате при температуре ниже 10°. Я немедленно отделил часть жидкости от органических частиц, находящихся во взвешенном состоянии, которые прошли через материю, таким образом, эта часть жидкости более не подвергается воздействию клеток или остатков растительных клеток,— оставшаяся жидкость продолжает фильтроваться.

9 октября все жидкости хранились в комнате при температуре от 9 до 10°, я сравнил жидкость, профильтровавшуюся первой,— в ней имеются кристаллы, образовавшиеся на дне стакана,— с жидкостью профильтровавшейся последней. В спиртоскопе в обеих жидкостях обнаруживается спирт; но в жидкости, профильтрованной последней, иначе говоря, оставшейся в контакте с остатками клеток на фильтре, содержится как будто бы больше спирта; если это так, то это позволило бы установить, что спирт образуется лишь под влиянием клеток или остатков клеток, а не под влиянием растворимого фермента. Для того чтобы проверить теорию Пастера и решить, правильна ли она или нет, очень важно установить, достоверен ли этот факт или нет.

---

[12] В «Revue» написано *продукты*.

Необходима известная степень созревания или некоторое время контакта с клетками, выставленными на воздух, для того, чтобы растворимый фермент (продукт порчи) мог образоваться.

Другая часть жидкости (сока), профильтрованная во вторую очередь, иначе говоря, отделенная после трех или четырех часов фильтрования, содержит столько же спирта, сколько и жидкость, профильтрованная последней.

Таким образом опыт в общем сомнителен; необходимо его повторить с более (sic) и с менее зрелым виноградом, для того чтобы определить влияние зрелости и различных условий в этом важном опыте.

Я должен добавить, что во всех профильтрованных жидкостях не имелось ни малейших следов мути; не имелось ни малейших следов образования фермента; обнаруживались лишь кристаллы, осевшие на дно сосудов.

Заключение. Этот опыт показывает, что в соке, вначале не содержавшем спирта, последний образуется без всякого контакта с клетками; остается только решить, увеличивается ли количество спирта по мере продления контакта с остатками клеток, так чтобы при этом не образовывались клетки дрожжей (смотрите опыт № 6).

IV

Сен-Жюльен, 8 октября 1877 г.

Опыты со здоровым и гнилым виноградом

На шпалере (террасы) я собрал на одних и тех же кустах винограда.

1. Зрелые здоровые ягоды.
2. Гнилые сочные ягоды.
3. Гнилые высохшие ягоды [13].

A. Я растер ягоды и, не фильтруя, немедленно проверил в спиртоскопе Обнаруживаются неясные следы спирта. Плоские полосы [14*].

Я сохранил часть этого сока для последующего изучения.

B. Я растер гнилой виноград и немедленно проверил его в спиртоскопе. Он содержит очень значительное количество спирта. Толстые полосы, большие капельки и легкое воспламенение у конца трубки [15].

---

[13] Дождливая погода в этом году вызвала появление гнили на винограде; но в течение последнего времени установилась сухая погода, и господствовал сильный северный ветер, что приостановило гниение и частично высушило гниль, которая образовалась до этого.

Эта последняя фраза помещена в рукописи в виде сноски. В «Revue» она помещена в тексте.

[14] Слова — *Плоские полосы* в «Revue» выпущены.

[15] Вся последняя фраза в «Revue» выпущена.

C. Я растер сухие гнилые ягоды и отжал их через тряпку, немедленно проверил в спиртоскопе и установил, что в них содержится большое количество спирта, но меньше[16], чем в сочном гнилом винограде, несомненно, потому что жидкость была разведена водою.

Я продолжил мацерацию ягод в воде, для того чтобы установить, будет ли увеличиваться количество спирта.

Заключение. Гнилые сочные или сухие ягоды, собранные с одного и того же куста винограда, содержат много спирта, в свежих ягодах его почти не обнаруживается.

10 октября я проверил в спиртоскопе часть сока здоровых ягод, хранившегося при низкой температуре от 5 до 8°. Количество спирта как будто бы несколько увеличилось, но все же значительно меньше, чем в соке гнилого винограда. Это обусловливается[17] слишком низкой температурой. Повторить опыт, подвергая сок действию сравнительно более высокой и низкой температур.

Я повторил этот опыт еще раз. Я немедленно проверил в спиртоскопе сок гнилых виноградных ягод и обнаружил несравнимо больше спирта, чем в здоровых ягодах винограда.

V

Сен-Жюльен 1877 г. (оп. № 5).

Опыт с подвяленным виноградом.
Поиски растворимого спиртового фермента

Я растер подвяленный виноград с водою. Часть нефильтрованного сока немедленно исследовалась в спиртоскопе; обнаруживаются неясные следы спирта. Другая часть жидкости фильтруется.

9 октября я исследовал часть профильтрованной жидкости, хранившейся в нижней комнате при температуре менее 10°[18]. Как и накануне, обнаруживаются неясные следы спирта.

Я исследовал жидкость, оставшуюся в контакте с виноградом при температуре ниже 10°[19]. Спирта в ней почти не содержится.

Другой опыт. 11 октября подвяленный виноград растерт с водою и оставлен мацерироваться в течение двух или трех часов при низкой температуре (менее 10°[20]).

---

[16] Слово *меньше* в «Revue» выпущено.

[17] В «Revue» написано *Это обусловливается несомненно.* Последнего слова нет в рукописи.

[18] В «Revue» напечатано *при температуре около 10 градусов.*

[19] В «Revue» напечатано *при той же температуре.*

[20] В «Revue» напечатано *при +10°.*

Затем отжимают через тряпку. Часть мутной жидкости немедленно исследуется в спиртоскопе — очень неясные следы спирта; другая часть жидкости, а также растертые и отжатые ягоды подвяленного винограда, к которым была добавлена вода, помещены на камине в кухне.

13 октября с помощью спиртоскопа обнаруживается как будто бы значительно больше спирта, чем *в контроле*, прокипяченном немедленно. Опыт продолжается.

15 октября я снова исследовал в спиртоскопе, образовалось много спирта; но в микроскопе я обнаружил, что в жидкости содержатся зерна фермента; я поместил жидкость, содержащую зерна фермента[21], в термостат, в ферментационной пробирке[22] через два дня образовалось большое количество газа, активное брожение; следовательно, этот очень удобный способ показывает наличие фермента[23].

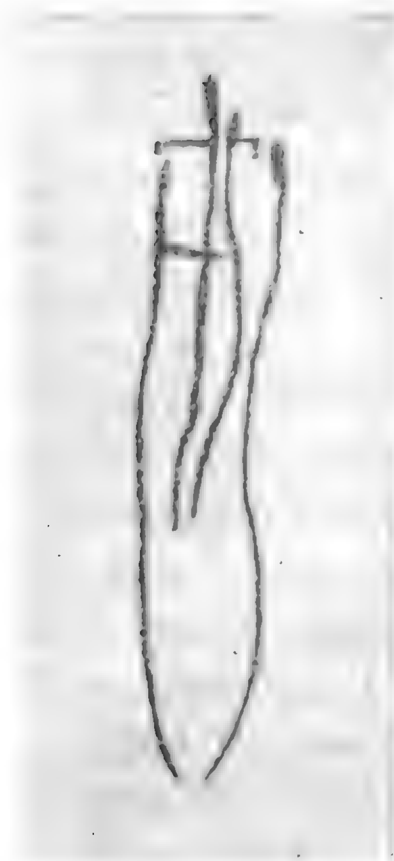


Рис. 160

VI

Сен-Жюльен, 11 октября 1877 г.

(Оп. № 5 bis)

Опыт с гнилым виноградом, высохшим на кусте

Я растер с водою сухие ягоды гнилого винограда и оставил мацерироваться их два или три часа при температуре менее 10°[24]. Затем я отжал через тряпку. Часть мутного сока немедленно прокипячена; ясные следы спирта. Другая часть, а также отжатая мезга подвяленного винограда, к которой была

[21] В «Revue» выпущены слова *содержащую зерна фермента.*

[22] В «Revue» не воспроизведен рисунок, который был, как и все другие, сфотографирован с рукописи (рис. 160).

[23] В рукописи пятая заметка заканчивается следующими словами, выпущенными в «Revue»: *Дать набухнуть увяленному винограду в воде. Получится ли сок, аналогичный соку гнилого винограда.*

Кроме того, на обратной стороне этой страницы рукописи написано: *поместить сок винограда в яйцо; как бы ягода винограда, и его оболочка; профильтрованный воздух.* Следует бесформенный рисунок со следующей надписью: *Аппарат с водой для фильтрования на солнце.*

[24] В «Revue» напечатано *при температуре +10°.*

добавлена вода, поставлены на камин в кухне и сохраняются для дальнейшего изучения.

13 октября. С помощью спиртоскопа в них как будто бы обнаруживается не больше спирта, чем *в контроле*. Таким образом, спиртовой фермент, по-видимому, не существует в высохшем гнилом винограде.

15 октября. С помощью спиртоскопа я установил, что в жидкости образовалось много спирта, но в ней содержатся также и зерна фермента, которые обнаруживаются при микроскопическом исследовании. Я поместил часть жидкости, содержащей зерна фермента [25], в ферментационную пробирку [26] через два дня отмечено брожение жидкости и образование газа, заполнившего пробирку. Следовательно, в жидкости содержался фермент, это хороший способ для его выявления, более достоверный в подобных условиях, чем микроскоп.

Положить, не растирая, сухой сгнивший виноград в воду — для того, чтобы он только [27] набух. Отжатый сок будет более концентрированным — удастся ли выделить фермент?

VII

Сен-Жюльен, 10 октября 1877 г.

Спиртовое брожение. Белый очень спелый виноград

10 октября 1877 г. [28] я собрал белый очень спелый виноград со шпалеры растер его и немедленно исследовал нефильтрованную жидкость в спиртоскопе (как будто бы в спелом винограде обнаруживаются более ясные следы спирта); я профильтровал оставшуюся жидкость в комнате с низкой температурой — менее 10° [29].

14 октября профильтрованная жидкость осталась совершенно прозрачной. Я исследовал ее в спиртоскопе, она содержит явные следы спирта, но не более значительные, чем жидкость, исследованная немедленно и которая снова сравнивается с профильтрованной жидкостью.

Тогда я смешал две совершенно прозрачные жидкости: только что прокипяченный сок с некипяченным соком. В результате этого температура повысилась, и я поставил эти жидкости на печку в моей комнате при температуре 30°; я оставил жидкость в стеклянном блюдце, для того чтобы большая поверхность ее находилась в контакте с воздухом и соприкасалась с печью.

---

[25] В «Revue» выпущены слова *содержащей зерна фермента.*

[26] На полях рукописи находится рисунок, приведенный под № 16. В «Revue» он не воспроизведен.

[27] В «Revue» вместо *только* напечатано *медленно.*

[28] Слов «10 октября 1877 г.» нет в тексте «Revue».

[29] В «Revue» выпущено слово *менее.*

После четырехчасовой выдержки в тепле я исследовал эту жидкость в спиртоскопе, жидкость не потеряла своей прозрачности; я установил, что содержание спирта в жидкости не увеличилось.

Заключение. Жидкость была недостаточно выдержанной и еще не испортилась в необходимой степени, для того чтобы дать начало спирту и дрожжам, что происходит в известной степени одновременно [30].

Когда жидкость выдержана и хранилась при температуре, слишком низкой для того, чтобы фермент мог образоваться, повышение температуры вызывает более быстрое появление его, иначе говоря, необходимая для этих результатов степень порчи достигается быстрее.

VIII

Сен-Жюльен, 10 октября (№ 6)

Опыты по спиртовому брожению. Поиски растворимого спиртового фермента. Образуется ли спирт в соке винограда независимо от винных [31] *дрожжей*

10 октября я отжал через неплотную материю ягоды почти спелого черного винограда (хотя среди них было еще несколько красных, а не черных ягод), сохранявшегося в течение недели в помещении для хранения фруктов.

Немедленно я исследовал нефильтрованный сок в спиртоскопе и установил наличие очень неясных следов спирта. Плоские полосы, но капелек нет [32]. Я сохранил этот сок, профильтрованный после кипячения: это сок № 0. Этот профильтрованный сок окрашен в розовый цвет, тогда как не кипяченый сок имеет легкий лимонный оттенок, это обусловливается влиянием кипячения на красящие вещества винограда.

Большая часть сока профильтрована при низкой температуре менее 10° [33]. Так как фильтрование происходит медленно, то я отделил сок, прошедший через фильтр в течение двух или трех первых часов: это сок № 1. Оставшаяся часть сока продолжала фильтроваться, причем фильтрование длилось от 24 до 36 часов: это сок № 2. Наконец, часть нефильтрованного сока оставлена в контакте с остатками клеток, которые прошли через материю во время выжимания ягод винограда.

Сок № 0 — он был профильтрован при низкой температуре (менее 10°) [34].

Сок № 1 — разделен на несколько порций.

---

[30] В «Revue» напечатано *«Жидкость, не будучи* достаточно выдержанной, не приобрела...»

[31] В «Revue» напечатано *пивных* вместо *винных*.

[32] Эти последние слова в «Revue» выпущены.

[33] Слова *низкой температуре менее* в «Revue» выпущены.

[34] В «Revue» напечатано *при +10°*.

А — первая порция хранилась в комнате при низкой температуре (менее 10°) [35].

В — вторая порция помещена в моей комнате при 15° или 18° [36].

С — третья порция, оставленная сначала в холодной комнате, вынесена затем на солнце и оставлена на ночь снаружи.

Д — четвертая часть помещена в термостат, температура в котором колеблется между 15 и 25°.

Сок № 2 — оставлен в комнате с низкой температурой (менее 10°) [37].

Сок № 3 — также оставлен в комнате с низкой температурой.

12 октября. Все порции соков остались совершенно прозрачными, ни один из них не помутнел, ни в одном из них не обнаружено никаких следов образования фермента.

В этом, 1877 году, брожения виноградного сока протекают очень медленно, сусло остается в чанах 10 и 12 дней, прежде чем его сливают.

13 октября. Сок, хранившийся в моей комнате, стал мутным, в нем начинает образовываться винный фермент, с помощью спиртоскопа в нем обнаруживается очень большое количество спирта. Другие жидкости, хранившиеся в комнате при температуре менее 10° [38], совершенно прозрачны и, как показывают исследования в спиртоскопе, не содержат заметно больше спирта, чем в первый день; в жидкости № 0, № 1 содержится не более, чем в жидкости № 2, чем в жидкости № 3 [39].

Следовательно, сок необходимо хранить при более высокой температуре, поэтому я поместил жидкости № 1, № 2 и № 3 на мою фаянсовую печь в умеренно теплое место.

Жидкость № 3, находящаяся на дне бутылки и имеющая широкую поверхность нагрева, через три-четыре часа стала менее прозрачной; я подождал еще час и затем исследовал ее в спиртоскопе, в ней содержится большое количество спирта, но в микроскопе я установил наличие зерен фермента, хотя мелких и редких.

Таким образом спирт, по-видимому, образовывался внезапно в момент помутнения жидкости и в момент, предшествующий появлению шариков дрожжей.

Жидкости № 2 и № 1, оставленные на печке в рюмке, не помутнели и содержали не больше спирта, чем накануне.

Выводы. По-видимому, образование спирта происходит внезапно, в определенный момент. Проследить это явление в других опытах, подвергая сок воз-

---

[35] В «Revue» напечатано *при + 10°*

[36] В «Revue» добавлено *при +10°.*

[37] В «Revue» напечатано *оставлен при +10°.*

[38] В «Révue» напечатано *хранившиеся при +10°.*

[39] В «Revue» выпущена часть фразы, начинающаяся словами *в жидкости № 0, № 2* и т. д.

действию постоянных и достаточно высоких температур. Образуются ли спирт и дрожжи в щелочной среде? [40]. Другим заключением является, что температура оказывает значительное влияние на образование дрожжей и спирта; учитывать это в последующих опытах.

14 октября. Я исследовал жидкость *C*, оставленную на солнце; она помутнела,— выделяются пузырьки газа; в ней содержится много спирта, с помощью микроскопа я установил, что в ней развились дрожжи, но значительно более крупные, чем те, которые образуются при высокой температуре в темноте. Однако содержание спирта в этой жидкости, по-видимому, не выше, чем в тех случаях, когда появляются в небольшом количестве мелкие дрожжи.

IX

Сен-Жюльен, 11 октября 1877 г.
(оп. № 7)

Опыты, касающиеся спиртового брожения. Поиски растворимого спиртового фермента. Влияние порчи (сгнивания) на образование спирта [41]

11 октября я растер гнилые, наполненные соком, виноградные ягоды. Эти ягоды обнаружены на кистях белого винограда, находящихся в помещении для хранения фруктов и собранных 1—2 недели тому назад.

Немедленно я исследовал отжатый сок в спиртоскопе, он содержит очень большое количество спирта. Толстые полосы, большие капельки с воспламенением у выходного отверстия трубки спиртоскопа [42]. В здоровых ягодах того же винограда спирта почти не содержится.

Просматривая в микроскопе различные сгнившие сочные ягоды после удаления с гнилых ягод кожицы или выжимая каплю жидкости, я не мог установить наличия спиртового фермента. В некоторых случаях я видел преломляющие свет гранулы, которые я наблюдал и ранее (протоплазматические гранулы?). К тому же я сделал другой опыт, который, по-моему мнению, является решающим для доказательства того, что в данном случае спиртового фермента не имеется и что спирт образуется здесь независимо от него. Я взял тот же самый гнилой, нефильтрованный виноградный сок, отжатый лишь через неплотную материю, которая пропустила бы шарики фермента вместе с другими остатками растительных клеток. Я налил его в две ферментационных пробирки *а* и *в* (смотрите рис. 160 стр. 911), помещенные затем в термостат при 20° [43]. В пробирке *а* содержался лишь гнилой виноградный сок с остатками

[40] В «Revue» вместо *щелочной* напечатано *спиртовой.*

[41] В «Revue» вместо *образование спирта* напечатано *брожение спирта.*

[42] Вся последняя фраза в «Revue» выпущена.

[43] На полях помещен такой же рисунок, как и на странице 911.

растительных клеток, в пробирку *в* я, кроме того, добавил немного глюкозы, несмотря на то, что виноградный сок содержал еще сахар и интенсивно восстанавливал. Содержащийся в обеих пробирках гнилой сок обладал ясно выраженной кислой реакцией [44].

На следующий день, 12 октября, никаких следов брожения в пробирках *а* и *в* не наблюдалось; жидкости, несомненно, начали бы бродить, если бы в гнилом виноградном соке содержался фермент [45]. Для получения обратного доказательства я добавил из бродящей пробирки немного фермента в пробирку *а,* чтобы убедиться, что брожение начнется в этой пробирке, но не в пробирке *в.* Действительно, брожение началось в пробирке *а,* которая наполнилась газом, поглощающимся КО [46] *, никакого брожения в пробирке *в* не наблюдается. Я взял отжатую мезгу гнилого винограда, добавил к ней воды и убедился, что эта вода содержит еще ясные следы спирта.

В два стакана я положил одинаковое количество этой мезги; в стакан S я ничего не добавил, в другой — S_1 — добавил раствор глюкозы. Оба стакана помещены на полку над кухонным камином для того, чтобы выяснить, будет ли образовываться спирт в контакте с мезгой без участия фермента лишь в результате воздействия растворимого фермента. Спирт образовался, но появился и винный фермент [47].

12 октября я профильтровал жидкость, отжатую из гнилого винограда, после того, как я слил часть прозрачной, лимонного цвета жидкости, которая отстоялась со вчерашнего дня в комнате с температурой менее 10° [48]. Я хочу установить, не будет ли то, что остается на фильтре, играть роль фермента. Часть мезги я оставил в комнате с низкой температурой.

13 октября я просмотрел стаканы S и S_1; спирта, по-видимому, не образовалось ни в одном, ни в другом; но при дальнейшем хранении спирт образовался одновременно с зернами фермента.

13 октября я налил гнилой, содержащий большое количество спирта, сок гнилого винограда в пробирку, закупоренную лишь бумагой, для того чтобы проверить, будет ли спонтанно образовываться фермент в пробирке X, помещенной в стоявший около печи термостат, температура в котором колебалась от 15 до 25°. Вскоре на поверхности образовалась плесень, но жидкость не бродила. 20 октября сок начинает бродить; выделяются пузырьки газа, но фермента нет; жидкость осталась прозрачной, но это брожение [49], которое все еще продолжается, не вызвано ли оно плесенью, выросшей на поверхности? Это возможно,

---

[44] В «Revue» выпущены слова *содержащийся в обеих пробирках гнилой.*

[45] В «Revue» выпущены слова *в гнилом виноградном соке.*

[46] Вместо «КО» в «Revue» напечатано 12°.

[47] В этом месте в рукописи нарисовано несколько клеток фермента.

[48] В «Revue» напечатано +*10°*.

[49] В «Revue» напечатано *жидкость осталась прозрачной. Это брожение..*

так как в другой, закупоренной, пробирке, в которой нет плесени, брожения не происходит.

Я указывал, что в момент, когда отжимают сок гнилого винограда, фермент в нем не содержится, но если оставить жидкость в контакте с мезгой, он вскоре образуется. Тогда я взял этот сок и налил его в ферментационную пробирку, для того чтобы посмотреть, не будет ли он бродить теперь, хотя вначале он и не бродил[50]. Кончилось тем, что брожение началось, но очень медленно и весьма неясным образом. Невозможно провести какое-либо сравнение со свежим виноградным соком.

X

Сен-Жюльен, 18 октября 1877 г.

Наблюдения над различной сбраживаемостью сока зрелого винограда, сока зеленого винограда и сока гнилого винограда

1. Сок зрелого винограда. Сок зрелого черного или белого винограда начинает сбраживаться очень быстро. Жидкость, фильтрующаяся при низкой температуре, фильтруется медленно и становится совершенно прозрачной; но если ее поместить при более высокой температуре, то оказывается, что вскоре (sic) образуется фермент и оседает на дно, выделяются пузырьки газа и т. д.

Иногда в теплые года я видел, что брожение уже начинается даже в корзинах на винограднике.

Сок зрелого винограда содержит ясные следы спирта, он содержит большое количество восстанавливающего сахара. Воздух необходим, для того чтобы виноградный сок начал бродить.

2. Сок зеленого винограда. Сок незрелого (кислого) винограда, фильтрующийся при низкой температуре (ниже 10°), фильтруется быстро и становится совершенно прозрачным.

Помещенный при более высокой температуре сок остается все время прозрачным, не мутнеет, не выделяет газа; однако через несколько дней в глубине или на поверхности жидкости, остающейся совершенно прозрачной, образуется плесень. Фермент никогда не образуется.

В соке зеленого винограда ясных следов спирта не обнаруживается. Он содержит большое количество восстанавливающих сахаров.

Заключение. В соке зеленого винограда, даже выставленном на воздух и помещенном при подходящей температуре, спиртового брожения не происходит.

---

[50] В «Revue» напечатано: *«для того, чтобы посмотреть, не будет ли он бродить. Теперь, хотя вначале он и не бродил...»*

Однако в мезге, отжатой и выставленной на воздух, чтобы она портилась и гнила без добавления к ней воды, образуется подобие фермента.

Без сомнения, благодаря наличию этого фермента образуется также и спирт; однако я налил этот сок в пробирку, но он не выделял газ и не бродил.

Итак, фермент содержит свои зародыши не в соке, а в мезге, т. е. в ягодах зеленого винограда.

3. Сок гнилого винограда. Сок гнилого винограда, фильтрующийся при низкой температуре, фильтруется очень медленно и становится совершенно прозрачным. Помещенная затем при температуре, благоприятной для брожения, жидкость не бродит и не мутнеет; как и в опыте с незрелым виноградом, плесень образуется на поверхности, но не в глубине. Фермента не образуется.

Эта жидкость содержит большие количества спирта и восстанавливающих сахаров.

Заключение. В соке гнилого винограда, даже выставленном на воздух при подходящей температуре, спиртового брожения не происходит.

Однако в мезге гнилого винограда, выставленной на воздух (к которой я добавил воды), фермент образуется; без сомнения, благодаря наличию фермента в ней образуется также и спирт; жидкость, в которой мацерировалась мезга, отжатая через тряпку и помещенная в ферментационные пробирки, выделяет газ и бродит. Следовательно, зародыш фермента в гнилом винограде находится не в соке, а в мезге.

Оставляя эти частицы во взвешенном состоянии в отжатом соке, я не наблюдал развития фермента; следует ли из этого сделать вывод, что причина образования фермента заложена в кожице, а не внутри ягоды? Нет.

При добавлении к соку гнилого винограда сахара глюкозы не наблюдается немедленной вспышки брожения.

При добавлении к нему воды кончается тем, что рано или поздно он начинает бродить [51].

Действительно, я наблюдал, что сок гнилого винограда в термостате, в конце концов, начинает бродить.

Однако образуется лишь очень мало фермента, когда к соку гнилого винограда добавляют воды, фермент образуется быстрее и в бóльших количествах [52], и жидкость остается прозрачной даже тогда, когда выделяется большое количество пузырьков газа.

Здесь следует отметить, что сок гнилого винограда не чист, так как среди ягод гнилого винограда многие еще наполовину здоровы. Переделать опыт с гнилым виноградом, хорошо прогнившим, и вполне чистым.

---

[51] В «Revue» выпущены слова *При добавлении воды,* что совершенно искажает смысл фразы и идею опыта.

[52] В «Revue» напечатано... *бродить; однако, образуется лишь очень мало фермента. Когда к соку гнилого винограда добавляют воды, фермент образуется быстрее и в больших количествах и жидкость...*

XI

Сен-Жюльен, 14 октября 1877 г.

Необходимость доступа воздуха, для того чтобы образовался фермент, так же как и спирт

Я налил свежий, очень прозрачный, профильтрованный при низкой температуре, виноградный сок в пробирки, которые были вполне герметически закупорены, и, несмотря на то, что они находились при благоприятной температуре, никаких следов брожения не наблюдалось, иначе говоря, жидкость осталась прозрачной; ни спирта, ни дрожжей не образовалось.

Первый опыт[53]. В пробирке, находившейся в термостате в течение более двух недель, жидкость осталась совершенно прозрачной. После этого откупорена и исследована в спиртоскопе, спирта содержится не больше, чем в начале опыта (неясные следы).

Второй опыт[54]. *Разрез мензурки.*

Через резиновую пробку, которой закупорена мензурка, проходит стеклянная трубка, в верхней части которой находится тонкий слой масла.

Мензурка оставалась в термостате приблизительно пятнадцать дней. Сначала никаких изменений не происходило: жидкость оставалась прозрачной, газа не образовывалось; но в результате повышения температуры слой масла из внутренней трубки был вытеснен, и незначительная поверхность виноградного сока, находившаяся под ним, оказалась в соприкосновении с воздухом. Постепенно жидкость помутнела, и муть сверху распространялась вниз от b к c. Затем слегка помутнела жидкость на дне пробирки e, хотя вся остальная часть жидкости оставалась совершенно прозрачной. Тогда образовалось небольшое количество газа g.

Когда я откупорил мензурку, то помутневшая жидкость ba из внутренней трубки распространилась по жидкости, содержащейся в мензурке, и замутила ее. Таким образом, казалось, что образование фермента произошло мгновенно. При исследовании в спиртоскопе в жидкости обнаружено большое количество спирта; с помощью микроскопа обнаруживаются шарики фермента.

Третий опыт[55]. Эта пробирка оставалась в термостате приблизительно пятнадцать дней. Вначале никаких изменений не происходило; но понем-

---

[53] В «Revue» не приводится рисунок 161.

[54] В «Revue» не приводится рисунок 162. В «Revue» не только не приводится этот рисунок, но напечатанный текст, вследствие различных сокращений, неполон и мало понятен.

[55] В рукописи после слов *Третий опыт* помещен рисунок 163, который в «Revue» не приводится, а дается лишь его описание.

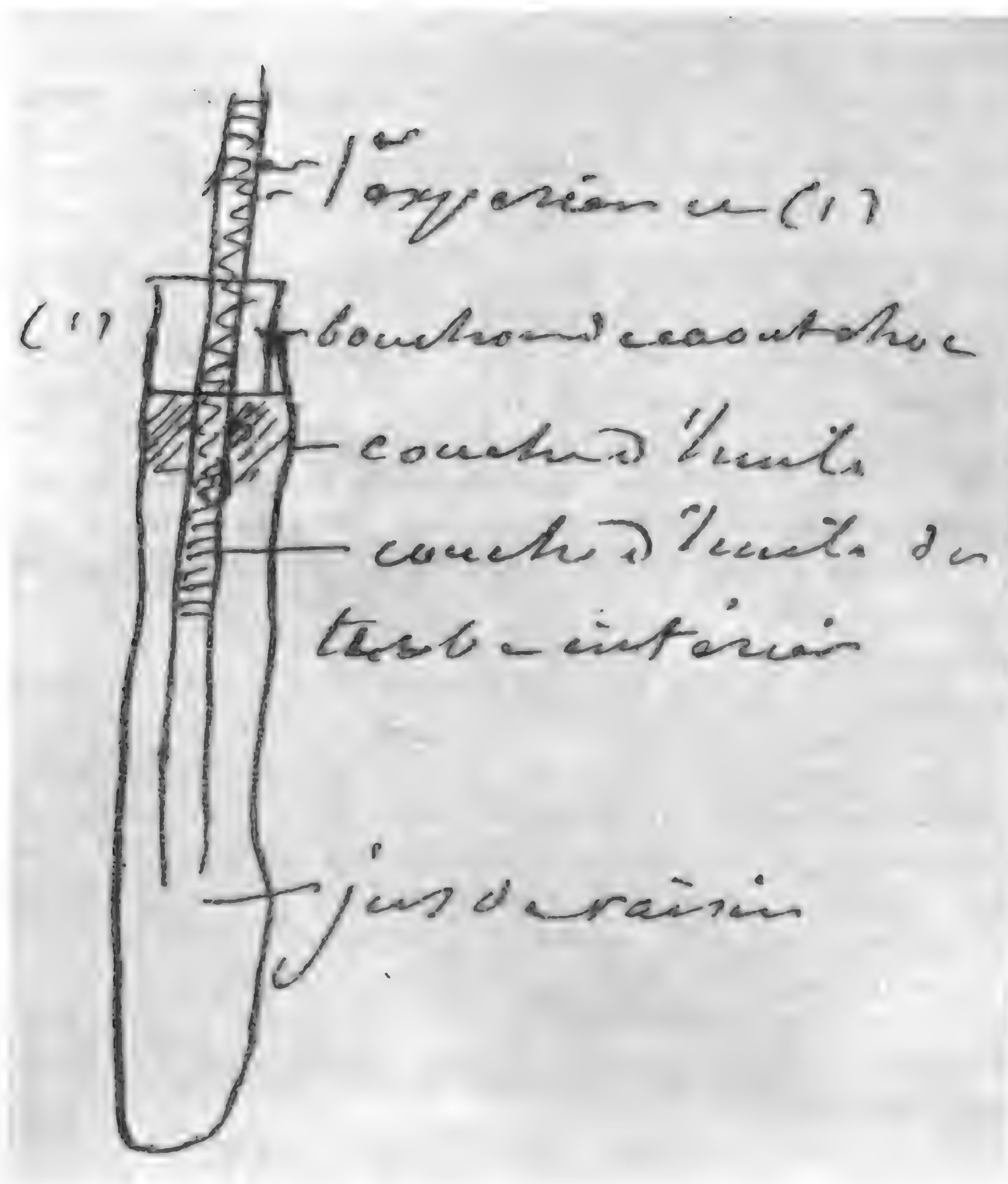


Рис. 161

ногу, несомненно, в результате расширения жидкости, пробка поднялась, и под ней образовалось немного газа, несмотря на то, что жидкость оставалась прозрачной. При исследовании в спиртоскопе в ней обнаружено большое количество спирта и лишь очень неясные следы фермента на дне пробирки.

Заключение. Когда закупоривание действительно герметично, то брожения никогда не происходит, но при малейшем проникновении воздуха жидкость становится мутной, помутнение начинается с точки, где произошло соприкосновение с воздухом, и постепенно распространяется.

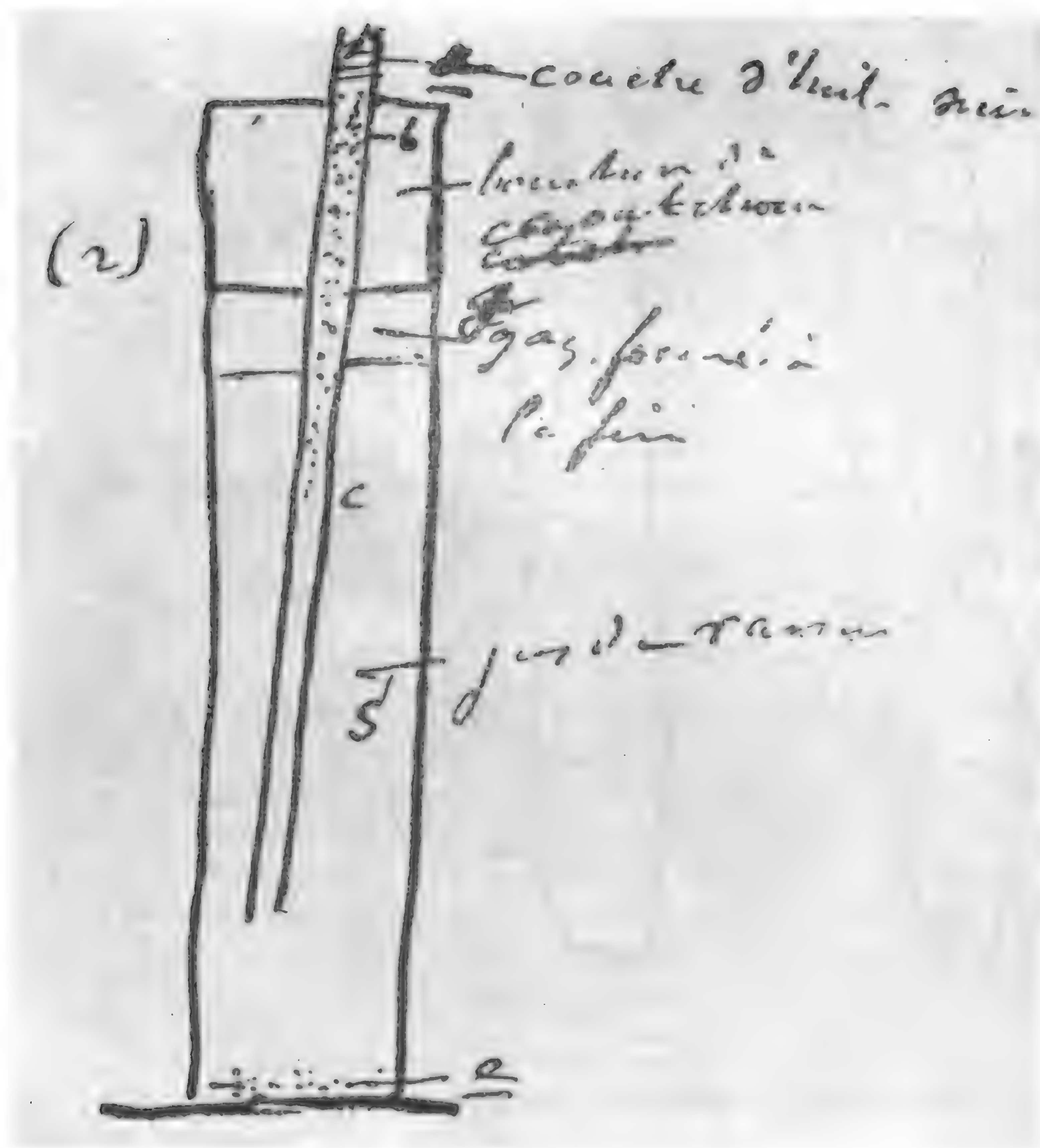


Рис. 162

Для того чтобы иметь действительно герметически закрытые пробирки, их необходимо закупоривать (резиновая пробка и стеклянная палочка) [56] жидкость должна быть нагрета до температуры, не менее высокой, чем в термостате, таким образом, жидкость не будет расширяться и никогда не вытолкнет пробки и не вытеснит масла. К тому же масло является плохой пробкой, если только не налить его очень толстым слоем.

[56] На полях Бернар сделал заметку, что *это лучший способ закупоривать без воздуха.*

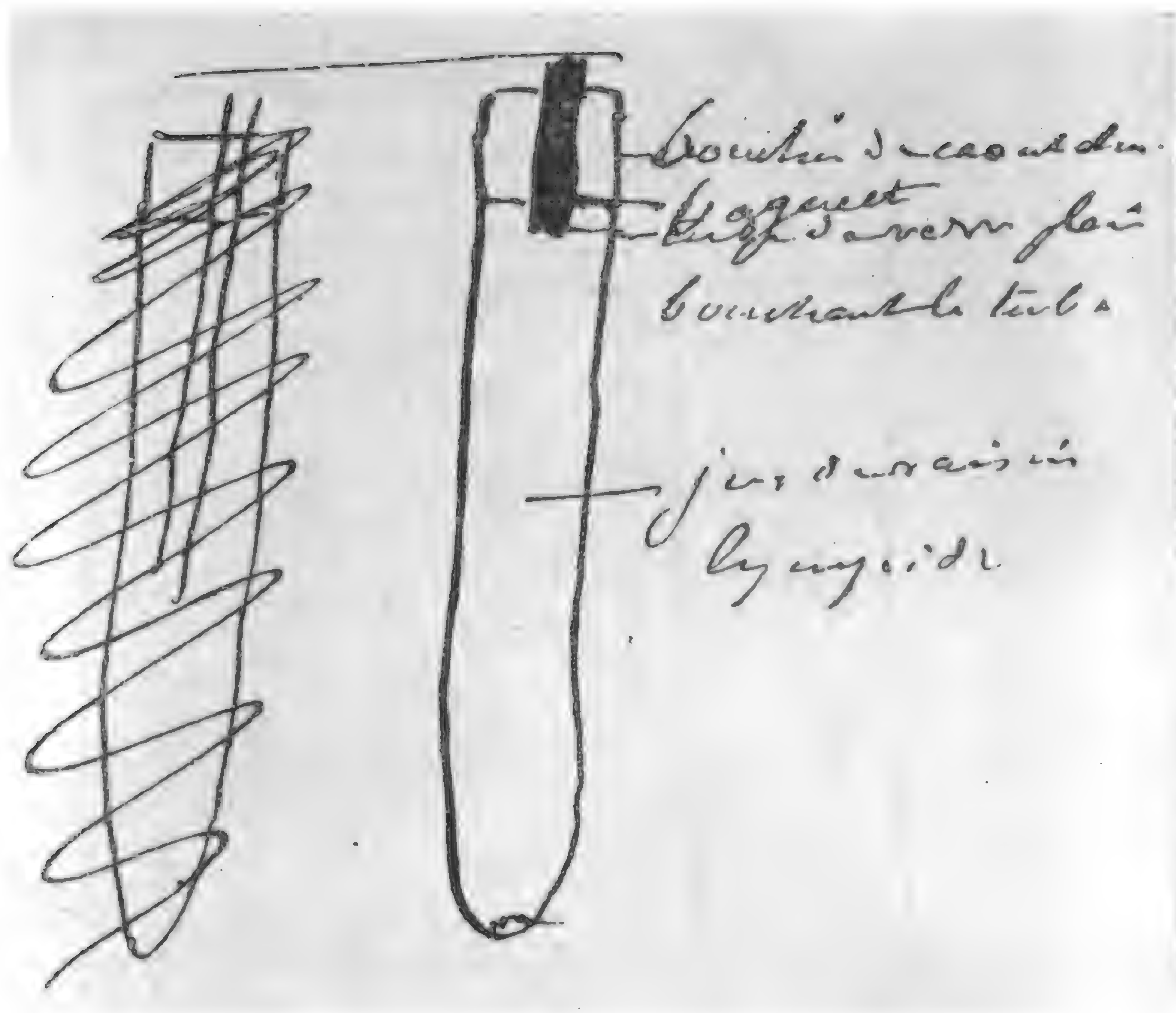


Рис. 163

XII

Сен-Жюльен, 15 октября 1877 г.

Проекты опытов

В опыте А образование фермента начнется в *J*. Когда расширенная часть *R* трубки наполнится ферментом, сок *J* останется прозрачным, будет ли он содержать спирт, образовавшийся в результате воздействия растворимого фермента?

Также и во втором опыте *B*, позволит ли перегородка из бумаги или мембрана из стенки кишечника, чтобы образовался спирт в нижней части жидкости в результате воздействия растворимого фермента? [57]

XIII

Сен-Жюльен, 15 октября 1877 г.

Брожение в сернокислом натрии. Эфир

В насыщенном растворе сернокислого натрия виноградный сок бродит, спирт образуется, и фермент появляется.

Установить, образуется ли спирт без появления фермента в воде, содержащей эфир или хлороформ.

Без сомнения, от эфира будет возможно избавиться с помощью испарения, хотя при свободном испарении теряется также большое количество спирта.

Обдумать постановку опытов в этом направлении.

XIV

Сен-Жюльен, 15 октября 1877 г.

Зеленый, зрелый и очень зрелый виноград

В зеленом винограде нельзя обнаружить ясных следов спирта, и чем спелее виноград, тем больше в нем спирта, но никогда содержание спирта в нем не приближается к количеству, которое содержится в гнилых ягодах винограда.

В соке незрелого винограда фермент не образовывался; во многих случаях появлялись своего рода пучки своеобразной удлиненной нитевидной микодермы (*aspergillus*). Эти пучки образовывались в жидкости и были погружены в ней, затем появились на поверхности, и тогда наблюдалось плодоношение, как у *penicillium*.

Необходимо изучить эти особые растительные образования, появление которых сопровождается образованием большого количества спирта, как и в случае появления дрожжей [58].

В некоторых случаях я наблюдал образование фермента, как и в вине. Это зависит от еще не установленных условий, или же от возраста незрелого винограда, или же от каких-либо других причин.

Необходимо выяснить, наблюдается ли аналогичная разница в отношении брожения с соками, содержащимися в зеленых фруктах, собранных задолго до их созревания. Все это следует изучить, достаточно процитировать эти данные, чтобы в них убедиться.

---

[57] На полях рукописи находится рисунок 164, который в «Revue» не воспроизведен.

[58] В тексте «Revue» конец этой фразы изменен... *образованием спирта, как и в случае появления дрожжей.*

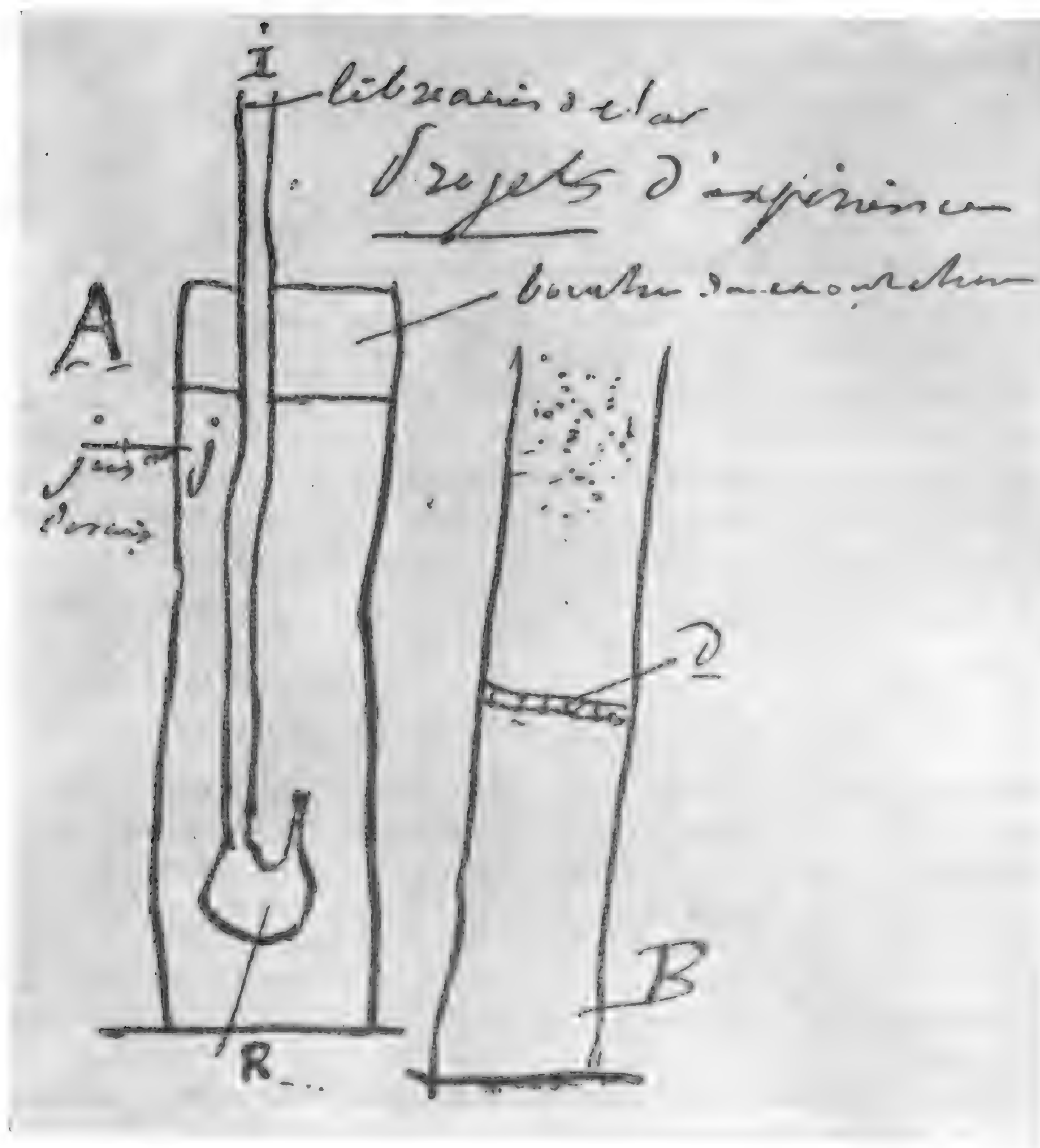


Рис. 164

XV

Сен-Жюльен, 15 октября 1877 г.

Образование спирта в винограде без дрожжей.
Опосредованное действие воздуха. Зародыши

В хорошо созревшем винограде обычно содержатся следы спирта. Во время гниения винограда эти минимальные количества спирта значительно возрастают, однако без образования дрожжей. Когда отжатый и отделенный от ягод винограда сок оставляют спонтанно портиться, то очень маленькое количество спирта, содержащееся в нем, внезапно очень сильно возрастает в определенный

момент, но при этом всегда образуются дрожжи; до сих пор мне не удалось избежать их появления. Согласно опытам Белльами и Лешартье образование спирта под влиянием гнили происходит, по-видимому, без контакта с воздухом в углекислоте. Однако это не является необходимостью, обычная гниль образует спирт также [59] и на воздухе. Образует ли она столько же? (опыт с покрытой лаком грушей) [60] *.

Когда гнилые ягоды винограда раздавлены и, выставленные на воздух раздавленными, продолжают гнить, всегда происходит образование дрожжей. Так же и в профильтрованном виноградном соке, выставленном на воздух при теплой погоде, очень быстро, как и в случае гниения, появляется спирт, но при этом образуются дрожжи.

Это зародыши, говорит Пастер, так как чистый воздух не вызывает брожения; вот опыт, который необходимо попытаться сделать, пропуская с помощью насоса струю воздуха, профильтрованного через вату.

Пастер не отвечает или отвечает плохо на возражение по поводу воздуха, образовавшегося в электрической батарее в опытах Гей-Люссака [61]. Он предполагает, что в нем содержались зародыши, находящиеся в латентном состоянии [62].

В заключение дело идет о возможности поставить с отделенным и профильтрованным виноградным соком опыт с гнилью, получить большое количество спирта без микробов. Кончится ли тем, что ждкость испортится, как и в процессе гниения, образуя спирт без дрожжей, при сохранении в течение очень длительного времени виноградного сока в пробирках, прогретых без воздуха или с CO_2. Одним словом, вызвать появление гнили в отделенном соке,— налить виноградный сок в оболочку, скорлупу яйца и т. д., которая пропускает воздух или в мой аппарат, фильтрующий воздух [63].

Это должно быть возможным, так как необходимо доказать, что образование спирта происходит независимо от наличия каких-либо клеток. Вот за этим-то и прячется Пастер, для того чтобы утверждать, что брожение это *жизнь без воздуха,* что неверно, так как гниль вызывает образование спирта на воздухе [64], когда клеткам достаточно кислорода.

---

[59] Слово *также* в «Revue» выпущено.

[60] В «Revue» напечатано *с гнилой грушей* вместо *с покрытой лаком грушей.*

[61] В «Revue» вместо *образовавшегося в электрической батарее* напечатано *закрытого,* а слова *в электрической батарее* выпущены.

[62] В рукописи действительно написано *он предполагает.* В «Revue» напечатано *полагает.*

[63] В «Revue» выпущены слова *скорлупу яйца и т. д.,* а также *фильтрующий воздух.*

[64] Вместо этих весьма знаменательных слов: *что неверно, так как* в «Revue» напечатано лишь одно слово *однако.*

XVI

Сен-Жюльен, 15 октября 1877 г.

Брожение под (растительным) маслом — под минеральным маслом [65]

22 сентября 1877 г. я налил в плоский флакон *A* профильтрованный сок белого винограда, содержащий неясные следы спирта. Поверх жидкости я налил приблизительно двухсантиметровый слой прованского масла. Для сравнения я взял другой плоский флакон *B*, в который я налил тот же сок, но не залил его маслом, а только закрыл горло сосуда бумажным фунтиком. Через два дня жидкость во флаконе *B* помутнела, и брожение началось. Выделяются пузырьки газа, и на дне флакона оседает фермент.

Жидкость во флаконе *A* продолжает оставаться совершенно прозрачной; два флакона были поставлены на полку камина в кухне. Я сохраняю, таким образом, оба флакона и вот что я наблюдаю: лишь к 10 или 12 дню жидкость во флаконе *A* начинает мутнеть, выделяются пузырьки газа, брожение протекает очень медленно, а на дне флакона оседает пышный белый фермент.

15 октября я исследовал жидкости, содержащиеся в двух флаконах. Во флаконе *B* брожение прекратилось и уже давно закончилось; тонкий слой серого фермента осел на дне флакона [66].

Во флаконе *A* брожение все еще продолжается, образующиеся пузырьки газа поднимаются к маслу. На дне флакона осел толстый белый слой фермента.

При изучении в микроскопе оказалось, что фермент во флаконе *B* мелкий, во флаконе *A* крупный, великолепный.

С помощью спиртоскопа было установлено, что в жидкости флакона *B* обнаруживается спирт, но в несоизмеримо меньшем количестве, чем в жидкости флакона *A*, содержащей громадное количество спирта. Несомненно, что спирт не теряется в результате испарения, как в случае отсутствия масла.

Заключение. Под маслом брожение великолепно. Повторить опыт [67].

3 октября я налил профильтрованный, прозрачный сок красного винограда в плоский флакон *C* и сверху налил слой в 10 см^3 минерального масла.

В первые дни жидкость осталась совершенно прозрачной, и лишь к седьмому или восьмому дню появилась очень легкая муть, затем начали выде-

---

[65] В этом месте рукописи помещены два рисунка (рис. 165), которые в «Revue» не воспроизведены.

[66] В «Revue» напечатано *толстого* вместо *серого*.

[67] В этом месте на полях рукописи находится рис. 166, который в «Revue» не воспроизведен.

ляться пузырьки газа. Флакон находится на полке камина в кухне. 15 октября брожение не закончилось, жидкость продолжает довольно интенсивно бродить, но, как я убедился, с помощью микроскопа, фермента образуется очень мало, спиртоскоп показывает наличие громадного количества спирта.

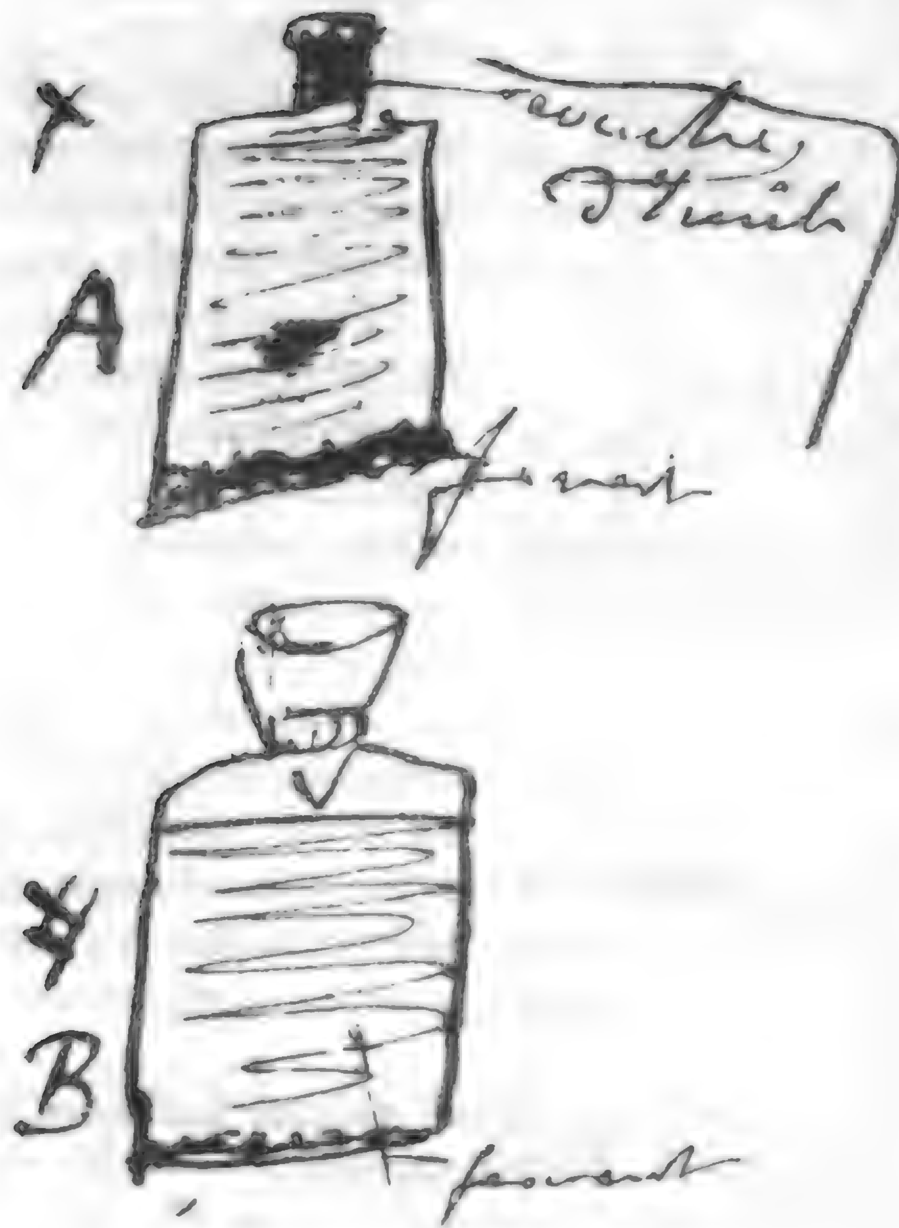


Рис. 165

Заключение. Изучить, не позволяет ли этот метод наблюдать образование спирта совсем или почти без фермента. Остерегаться ошибок, обусловленных минеральным маслом, которое может привести к ошибочным определениям в спиртоскопе.

16 октября, на следующий день, я исследовал жидкости, содержащиеся в трех флаконах *A*, *B* и *C*, и вот, что я установил.

Как показал спиртоскоп, жидкость во флаконе *A* содержит наибольшее количество спирта; когда ее начинаешь нагревать, то в трубе спиртоскопа образуются изолированные капли, маслянистые полосы появляются сначала на горле сосуда, затем на стенках трубки и поднимаются широкой маслянистой полосой; прежде чем эти полосы доходят до верха трубки, спирт

воспламеняется у верха трубки и во время кипячения горит, образуя длинное пламя, в течение не менее одной минуты.



Рис. 166

Жидкость в флаконе *B* содержит меньше спирта; также происходит воспламенение, но при одинаковом количестве кипящей жидкости, время горения вполовину короче.

Жидкость во флаконе *C* содержит меньше спирта, чем две другие; отмечено очень быстро исчезающее воспламенение у верха трубки.

Здесь как будто бы в самом деле существует зависимость между количеством образовавшегося фермента и количеством спирта. Больше всего фермента содержится во флаконе *A*, затем во флаконе *B* и меньше всего во флаконе *C*.

Заключение. Под маслом брожение начинается медленней, но продолжается более длительное время, образуется больше спирта и больше фермента. Следовало бы изучить брожение в этих условиях. Вероятно, это брожение более чистое, в котором вторичных продуктов не образуется,— молочная, янтарная кислота и другие [68].

20 октября 1877 г.

Я отделил чистый фермент, осевший на дне флакона *A*. Я его сохранил в сухом виде; он будет изучен впоследствии.

XVII

Сен-Жюльен, 19 октября 1877 г.

Сок капусты

Сначала я выжал сок из рубленых зеленых листьев капусты. С помощью спиртоскопа я установил в нем наличие ясных следов спирта.

Затем я добавил к этой рубленой сырой капусте воды и сегодня ее исследовал, в ней содержится спирт, но образовались шарики фермента.

---

[68] Слова *молочная, янтарная кислота и другие* в «Revue» выпущены.

XVIII

Сен-Жюльен, октябрь 1877 г.

Спиртовое брожение. Образование фермента вина

Когда фермент начинает образовываться, он чрезвычайно мелок, затем он увеличивается в размерах; пропорционально увеличивается количество спирта. Что совершенно достоверно, так это то, что когда жидкость начинает мутнеть, а зерна фермента еще мелки и редки, в ней уже содержится значительное количество спирта, таким образом, спирт как будто бы предшествует ферменту. Вопрос заключается в том, чтобы помешать появлению фермента и позволить спирту образовываться.

Для этого было бы необходимо убить протоплазматическое свойство виноградного сока, протоплазматическое свойство, развивающееся, когда жидкость портится.

Мне казалось, что фермент вина, образовавшийся без свободного доступа воздуха на дне ферментационных пробирок, менее велик, чем фермент, свободно образовавшийся в чанах.

Впрочем, все морфологическое изучение этих ферментов должно быть проведено с возможно большей тщательностью [69].

Фермент вина, остающийся в конце брожений на дне чана или бочек, состоит из больших, округлых, не спаянных между собою шариков дрожжей различной величины, тогда как фермент из верхней части чана или фермент, начинающий образовываться в пробирках, более мелкий, в виде четок неодинаковой толщины.

Очевидно, он находится в стадии образования [70].

Я установил, что фермент, находящийся в осадке нового вина, очень крупный и имеет округлую форму. Он бродит очень хорошо: вскоре же после добавления сахара глюкозы начинается очень активное брожение.

Фермент, содержащийся в осадке вина, изучен сравнительно с ферментом пивных дрожжей (sic).

---

[69] В «Revue» напечатано *проводится* вместе *должно быть проведено.*

[70] Здесь в рукописи находится несколько быстро сделанных рисунков клеток фермента.

XIX

Фермент осадка вина

Я установил, что фермент в осадке вина крупнее, чем фермент, взятый с поверхности. Этот фермент, добавленный к соку гнилых фруктов, быстро вызывает брожение.

XX

Сен-Жюльен, 20 октября 1877 г.

Образование или отсутствие дрожжей (фермента) не зависит от зародышей из воздуха. Доказательство

Хотя все соки находятся на воздухе, дрожжи появляются лишь в соках, в которых существует протоплазматическое образование; они не образуются в молодом соке (незрелого винограда). Они не образуются также и в гнилом соке, в котором протоплазматическая сила убита. (Однако, добавление воды вызывает появление дрожжей — приготовить очень чистый гнилой сок.)

Следовательно, если после добавления фермента к гнилым сокам они начинают бродить с образованием дрожжей, то это доказывает, что они были бы способны вызвать образование дрожжей, если бы в них содержались протоплазматические зародыши, и что эти зародыши находятся в жидкости, а не в воздухе.

XXI

Сен-Жюльен, 20 октября 1877 г.

Образование спирта зависит от зрелости фруктов

(Гниение это лишь преждевременное созревание) [71]

Следует установить содержание спирта в клубнях, в корнях, стеблях, листьях, зеленых, зрелых и гнилых плодах.

Очевидно, что спирт является продуктом растительного царства, при развитии растения спирт является остаточным продуктом, продуктом разложения или же в самом деле он играет определенную роль? [72]

Однако, почему пивные дрожжи образуют его в столь большом количестве?

Потому, что они очень активно размножаются.

---

[71] В рукописи эта фраза взята в скобки.

[72] В «Revue» вместо *при развитии спирт является...* напечатано *является ли спирт...*

XXII

Сен-Жюльен, 20 октября 1877 г.

Образование спирта и увеличение количества спирта в их тканях не зависит от предохранения от воздействия воздуха. Это зависит от зрелости. Гниение как на воздухе, так вне контакта с воздухом вызывает образование спирта[73]

Опыты Лешартье, Белльами и де Люка правильны[74]; но листья и фрукты бесполезно предохранять от воздействия воздуха. Они им позволяют гнить без доступа воздуха, и это все, но гниение на воздухе это то же самое. Следовательно, брожение не является жизнью без воздуха.

XXIII

Сен-Жюльен, 20 октября 1877 г.

Образование спирта не зависит от каких-либо клеток.
Доказательство:

Количество спирта в соках, полученных из фруктов, увеличивается в результате воздействия растворимого фермента. Увеличение количества спирта не происходит, если сок был прокипячен (проверить, будет ли спирт образовываться без дрожжей, если опыт с прокипяченными соками будет продолжен более длительное время).

В незрелом винограде и гнилом соке увеличение количества спирта происходит без дрожжей. В зрелом соке, единственно обладающем протоплазматическими свойствами, при образовании спирта появляются дрожжи.

XXIV

Сен-Жюльен, 20 октября 1877 г.

Теория спиртового брожения

Теория разрушена.

1. Это не жизнь без воздуха, потому что, как на воздухе, так и вне контакта с ним, спирт образуется без дрожжей.

2. Фермент не образуется из посторонних зародышей, так как в аплазмическом или бесплодном соках (сок незрелого винограда и гнилой сок)

---

[73] В «Revue» это заглавие приводится не точно.

[74] Вместо *де Люка* в «Revue» напечатано *и другие*.

фермент не развивается, несмотря на то, что в них содержится сахар. Если к ним добавить ферменты, то они начинают бродить.

3. Спирт образуется растворимым ферментом вне жизни.

В гнилых и созревающих фруктах происходит разложение, а не биогенный синтез дрожжей или растительных организмов. Воздух абсолютно необходим для спиртового разложения [75].

4. Этот растворимый фермент содержится в соке, полученном из фруктов (гнилой сок); спирт в нем продолжает образовываться, и количество его увеличиваться.

С настоем старых дрожжей доказательство становится еще более легким.

5. В брожении существует два состояния, подлежащие изучению.

А. Разложение.

В. Морфологический синтез [76].

О существовании этой рукописи Клода Бернара я узнал от г-на доктора Армана Моро из Медицинской Академии в самый день ее опубликования. Приехав в Медицинскую Академию 20 июля 1878 г. к полудню, для того чтобы принять участие в заседании Комиссии по *сибирской язве*, я встретил доктора Моро, державшего в руке номер «Revue [scientifique], который вышел утром. Доктор сказал мне тоном, выражающим сильное удивление: «Знакомы ли вы с этой статьей Бернара о брожении?» — «Нет», ответил я ему.— «Но каким образом Вы, к которому Бернар относился с таким же уважением, как и симпатией, Вы не знали об этом? Это большое научное событие».

В самом деле, после смерти Бернара ходили несколько таинственные слухи о новых идеях и секретах, касающихся брожения, которые Бернар унес с собой в могилу.

Было известно, что в своем деревенском доме в Сен-Жюльене около Виллафранш, где он проводил свой отпуск, в сентябре 1877 г., за четыре месяца до своей смерти, он ставил опыты по брожению; что, возвратясь в Париж, он работал над этим же вопросом в ноябре и

[75] Это третье заключение в «Revue» приводится в очень искаженном виде. В рукописи после слов *вне жизни* стоит точка. Кроме того, следующая фраза: *В гнилых и созревающих фруктах...* начинается с новой строчки. Текст «Revue» изменяет смысл одной из частей заключения.

[76] В «Revue» в конце текста помещена подпись Клода Бернара. Подписи Бернара нет ни в начале ни в конце рукописи. Но, без сомнения, вся рукопись полностью написана его рукою в Сен-Жюльене в октябре 1877 г.

декабре, но всегда один в кабинете, расположенном над его обычной лабораторией на первом этаже Коллеж де Франс; наконец, что многим лицам, окружавшим его, он сообщил по секрету кое-какие сведения. Некоторые из этих секретных сообщений получили известность благодаря некрологам, появившимся в ежедневных газетах. Об одном из этих сообщений напомнил г-н Бертло в своем предисловии, написанном для статьи, появившейся в «Revue». Я привожу его сообщение. «Незадолго до того, когда наука потеряла Клода Бернара,— пишет знаменитый химик,— его гений сохранял всю свою мощь, и сила его духа изобретательства ничуть не уменьшилась. В течение нескольких месяцев он проводил новую серию исследований о спиртовом брожении и говорил своим друзьям и ученикам, что, по его мнению, ему удалось сделать открытия, которые могут вызвать глубокие изменения господствующих теорий. К несчастью, смерть похитила его ранее, чем он открыл свой секрет; когда же у него возникла об этом мысль, было уже слишком поздно. «Это у меня в голове»,— говорил он г-ну д'Арсонвалю, своему преданному препаратору, который окружил его в последние моменты жизни самым теплым уходом. «Это у меня в голове, но я слишком устал, чтобы Вам это объяснить».

Я выписал следующий абзац из статьи Поля Бера, ученика и друга Бернара, помещенной в номере газеты «Французская Республика» от 12 февраля на следующий день после смерти великого физиолога.

«В этом году новые открытия должны были бы явиться новым подтверждением его плодотворной деятельности. Некоторые, далеко неполные, сведения были сообщены его друзьям и ученикам и из слов, которые у него вырвались, вытекало, что в результате исследований, проведенных в течение последнего отпуска, теория брожения получила совершенно иное освещение. Эта важная работа, о которой еще четыре дня тому назад он говорил: «Жаль, она уже была бы вполне закончена», потеряна для науки.

Г. г. Арман Моро, Дастр, д'Арсонваль уверяли меня, что в течение последних месяцев, предшествовавших смерти, Бернар часто выражался следующим образом «Опыты Пастера правильны, но он видел лишь одну сторону вопроса». Иногда он высказывался яснее

о своем несогласии с выводами, которые я сделал из своих исследований: «Пастер видел лишь одну сторону вопроса. Образование спирта является очень распространенным явлением. Необходимо изгнать из брожений жизнедеятельность клеток. Я в это не верю». Эти последние строчки я пишу под диктовку г-на д'Арсонваля. «Сотни раз,— добавил он,— в течение января месяца, предшествовавшего его смерти, я слышал, как Бернар говорил то, что я вам передал. В это время он не вставал с кресла, но еще не лежал в постели; однако был чрезвычайно слаб; поэтому он был вынужден, чтобы письма, которые он получал, ему читали. Он мне часто говорил о своем проекте включить брожения в ближайший курс лекций, которые он читал в Ботаническом саду, он добавлял, что прежде обсудит свои идеи с вами».

10 августа 1877 г. Поль Бер прислал мне письмо, где я прочел:

«Я редко виделся с Бернаром в течение ноября и декабря 1877 г. и тем не менее два или три раза он говорил мне с видимым удовлетворением о своих исследованиях, касающихся брожения. Это были короткие, чрезвычайно загадочные фразы, в которых не содержалось каких-либо экспериментальных доказательств: «Пусть Пастер будет более осторожен... Я делаю спирт без клеток... Жизни без воздуха не существует... Вы услышите курс моих лекций; во время этого отпуска я проделал хорошую работу...»

Все это были намеки, более детального объяснения которых просить мне не позволяло мое уважение к нему, но которые показывают, какое значение он придавал своим исследованиям, находящимся еще в стадии выполнения. В течение последних дней его болезни Дастру, д'Арсонвалю, мне, а также Моро часто представлялась возможность убедиться в том, что всем нам были сделаны те же самые секретные сообщения и что все они были одинаково туманны. За два или три дня до фатального исхода Дастр и д'Арсонваль, входившие в ближайшее его окружение, попытались получить более исчерпывающие сведения; они скажут вам сами, на какую ужасную беспомощность они натолкнулись у этого гениального человека, разум которого угасал быстрее, чем умирало тело».

Таким образом, эта тетрадь с записями Клода Бернара о брожении явилась очень ценной находкой. Наконец-то будут известны секреты,

на существование которых он намекал. Читатель поймет, с каким волнением, с каким тревожным любопытством я просмотрел статью, появившуюся в «Научном обозрении», вернувшись в мою лабораторию после заседания Комиссии Медицинской Академии. Несмотря на большой интерес, который вызвала у меня работа Комиссии, работа, в результате которой один из членов Академии в присутствии г-д Буле, Давена, Вюльпиана и Моро отказался от своих возражений, которые в течение многих публичных заседаний он мне высказывал, все мои помыслы были направлены на рукопись Бернара. Должен ли я буду на этот раз защищать свои работы от нападок моего коллеги, моего друга, которым я глубоко восхищался, или я должен буду убедиться в неожиданных открытиях, доказывающих неправильность и недостоверность результатов, которые я считал окончательно установленными?

Едва лишь я окончил чтение рукописи Бернара, как почувствовал одновременно большое облегчение и странное разочарование: облегчение, потому что я ничего не нашел в ней, что могло бы затронуть точность моих исследований; разочарование, потому что с начала до конца своего посмертного произведения, как мне казалось, прозорливость великого физиолога, его столь верная логика изменили ему. Например, какая несоразмерность между последними выводами, написанными столь уверенным тоном и данными, на которых они основываются.

Я многократно перечитывал рукопись, думая, что я не уловил смысла некоторых отрывков и некоторых опытов. Я не мог решиться признать, что все в этой рукописи недостаточно достоверно и не выдерживает критики; и, прежде всего, я не без сожаления упрекал моего коллегу и друга г-на Бертло, обвиняя его в том, что он скомпрометировал память Бернара. Без сомнения, говорил я себе, следовало бы опубликовать заметки, написанные этим гениальным человеком; но так как он не просил и не разрешал их обнародовать, то было бы необходимо провести новую экспериментальную проверку их, снять с него ответственность за все неточности, содержащиеся в рукописи и, наоборот, оставить ему честь открытия истин, которые рукопись могла выявить. Одним словом, эти неподписанные, написанные на скорую

руку записки следовало бы сопроводить экспериментальными комментариями, что, учитывая все, не трудно было сделать.

Что касается лично меня, то я оказался в очень затруднительном положении. Имел ли я право рассматривать рукопись Бернара как выражение его идей и подвергнуть ее серьезному критическому разбору?

В ноябре и декабре здоровье Бернара, после его возвращения из Сен-Жюльена казалось, на первый взгляд, вполне удовлетворительным; он присутствовал на заседаниях Академии, где я сидел рядом с ним, и я помню даже, что мы многократно обменивались с ним мнениями по поводу брожений. Однако он оставил меня в полном неведении относительно своих опытов, проведенных в октябре; он не сделал ни малейшего намека на них. Если бы он был уверен, говорил я себе, что у него имеются доказательства тех важных заключений, которыми заканчивается его рукопись, почему же он от меня их скрывал? Учитывая его благожелательное отношение ко мне с самого начала моего научного пути, я пришел к выводу, что записки, оставленные Бернаром, были лишь программой исследований, он лишь приступил к изучению этого вопроса и чтобы открыть истину, следуя в этом методу, который ему был свойствен, он составил проект постановки опытов, которые должны были доказать неправильность моих мнений и моих результатов. Будучи очень смущен, я решил вынести этот спор на решение наших истинных судей, и через два дня я сделал сообщение в Академии наук *, из которого я провожу несколько выдержек. Полный текст сообщения приводится в приложении к этой статье **.

Я прочел в последнем номере «Revue scientifique» статью, озаглавленную: «С п и р т о в о е б р о ж е н и е, п о с л е д н и е о п ы т ы К л о д а Б е р н а р а».

Стоит ли говорить о том, какой интерес вызывали у меня эти записки, касающиеся вопроса, которым я занимаюсь в продолжение более двадцати лет и автором которых является Клод Бернар! Однако, я должен признаться, что к моему интересу примешивалась большая доля удивления. В самом деле, с первой до последней строчки эти записки направлены против данных и выводов, которые я часто докладывал Академии, а двадцать последних строк являются абсолютным, безоговорочным осуждением моих взглядов на брожение вообще и на спиртовое брожение в частности.

...Мое удивление возросло еще более, когда я увидел, что все эти заметки были написаны Клодом Бернаром между 1 и 20 октября 1877 г. в своем деревенском доме в Сен-Жюльене около Виллафранш и что Клод Бернар провел

ноябрь и декабрь среди нас, присутствуя, будучи вполне здоровым, на наших заседаниях и сидя, как вы знаете, по правую руку от меня. Не странно ли, что он такой прямой, такой открытый, так любящий свободное обсуждение, продолжавший относиться ко мне с большой доброжелательностью, почти раз в неделю беседовавший со мной на этом месте о брожении, что он, возвратясь в конце октября из Сен-Жюльена и располагая уже, как ему казалось, убедительными доказательствами моей абсолютной неправоты, скрыл их от меня, не сделав на них ни малейшего намека. Это мне казалось невозможным, поэтому я задавал себе вопрос: сознают ли издатели этих записок ответственность, которую они берут на себя, публикуя рабочие записи и тетради исследователей, не имея на это формального разрешения автора. Кто из нас не был бы взволнован при мысли, что с ним поступят таким же образом?

Существование этих записок, огромная несоразмерность между выводами и данными, на которых они основываются, заслуживают, по моему мнению, совершенно иного объяснения чем то, которое г-н Бертло предложил читателям «Revue scientifique», уверяя их на основании слухов, что «высказывания Клода Бернара за несколько дней до смерти находились в полном соответствии с общими утверждениями записок на Сен-Жюльена». В противоположность этому утверждению г-на Бертло я склоняюсь к мысли, что Клод Бернар в течение пятнадцати дней октября, в ноябре и декабре 1877 г. лишь приступил к изучению вопроса о спиртовом брожении.

Я думаю, что он не нашел ничего лучше, как использовать для работы и для того, чтобы убедиться, прав ли я, вполне оправдавший себя метод, заключающийся в попытке доказать с помощью многочисленных опытов и предвзятых идей неправильность моих взглядов и результатов. Взять за руководящую нить идею, что я во всем ошибался, поставить опыты, для того чтобы это установить,— таков был его метод подготовки к вопросу, над которым он собирался работать.

Не в этом ли заключается объяснение записок, опубликованных г-ном Бертло, и молчание, которое Клод Бернар хранил по отношению к коллеге, заинтересованному этими записками более, чем кто-либо другой?

Таково было бы мое мнение и мнение многих близких друзей Клода Бернара, если бы к нам обратились за советом прежде, чем начать рекламировать эти записки.

Если же, несмотря на все, что я сказал, эти записки все же хотели использовать как своего рода манифест, направленный против моих работ, и настаивали бы, что Клод Бернар был уверен в правильности выводов, которые я только что напомнил, тогда, несмотря на глубокое уважение, которое всегда испытывал к нашему знаменитому коллеге, я откровенно сказал бы, что Бернар ошибся и что все опыты, о которых он говорит, как к тому же многократно он признавался и сам, сомнительны и неточны, а достоверные опыты, по моему мнению, толкуются неправильно.

Однако я слишком хорошо понимаю, какое уважение должно окружать все, что думал и писал, даже в тиши лаборатории, наш знаменитый коллега, чтобы позволить себе уже в настоящее время указывать на многие слабые стороны этих записок в их подлинном виде. Прежде всего я хочу их проверить экспериментально, вникнуть в сам ход рассуждений и опытов Клода Бернара, и я призываю его друзей и почитателей действовать таким же образом. Они дадут мне, таким образом, возможность защитить истину, установленную моими работами при наличии определенных и определенно выраженных мнений.

Эти отрывки из моего сообщения верно передают мои впечатления на следующий день после опубликования рукописи Бернара. Они сводились к двум предположениям: Бернар не был уверен в своих высказываниях; они совершенно не гармонируют с недостаточностью его наблюдений и опытов. К тому же, если кто-либо имеет желание защищать его положения, я готов немедленно подвергнуть их критическому разбору, основываясь лишь на моих предыдущих работах. В противоположном случае из уважения к памяти Бернара я повторю его опыты, прежде чем приступить к их обсуждению.

Более просвещенный сегодня, благодаря последующим сообщениям учеников и друзей Бернара и в особенности благодаря письму Поля Бера, я принужден признаться, что посмертная рукопись Бернара является действительно более точным выражением его мыслей, чем я думал на следующий день после ее опубликования. Однако это мнение совершенно не разрешает загадки молчания, которое он хранил по отношению ко мне. Но почему я должен искать какое-то иное объяснение этому, хорошо зная его прекрасный характер? Не было ли это молчание новым свидетельством его доброты и одним из результатов взаимного уважения, которое нас связывало? Так как он считал, что у него имеются доказательства ошибочности объяснения, которое я дал моим опытам, не хотел ли он, прежде чем поставить меня в известность об этом, просто подождать до того момента, когда он счел бы себя готовым к окончательному опубликованию? Я люблю объяснять действия моих друзей высокими побуждениями, и я хочу думать, что удивление, которое я испытал от его скрытности в отношении коллеги, более, чем другие, заинтересованного в его возражениях, должно смениться в моем сердце чувством почтительной благодарности.

Однако Бернар первый бы мне напомнил, что научные истины стоят выше дружеских отношений и что мой долг в свою очередь подвергнуть разбору его взгляды и мнения с полной откровенностью, что я и попытаюсь сделать, выполнив к тому же мое публичное обязательство повторить его опыты, встав на точку зрения тех предвзятых идей, которыми он руководствовался. Попутно я постараюсь установить путь, незаметно приведший знаменитого физиолога к ошибке. Увы, это та же самая ошибка, против которой он столько раз предостерегал и которой он столько раз сумел избежать в своих блестящих исследованиях. Но узок и труден путь, ведущий к истине. Кому дано пройти смело и честно долгий путь научной деятельности, не испытывая по временам кратковременной усталости?

По моему мнению, интерес рукописи Бернара заключается скорее в вопросе методов исследований, чем в тех неожиданных результатах, с которыми мы в ней познакомились. Ход рассуждений и взаимная связь между опытами на каждой странице свидетельствуют, что столь смелая постановка вопроса есть дело наблюдателя, который не имел бы себе равных, если бы в своих опытах пользовался правильной концепцией. Но при размышлении над многими пунктами его программы непредубежденный читатель убедится в том, что вопросы, подлежащие изучению, подобраны, исходя из определенной системы. Возьмите, например, заметки, помещенные в начале рукописи, и вы без затруднений прочтете между строк, что Бернар не будет проводить свободных поисков, а скорее констатировать гипотетические результаты, вытекающие из предвзятых идей или же подсказанные плохо сделанными опытами, что еще более усугубляется неправильными исходными положениями.

Для того чтобы составить общее представление об идеях и опытах Бернара, необходимо сначала познакомиться с тем, что его занимало и тревожило в течение последних лет. Эта тревога ясно проглядывает в труде, который он оставил, умирая: *«О явлениях жизни, общих животным и растениям»* *. Данный труд, если можно так выразиться, проникнут этой тревогой. Я привожу следующие страницы из этой книги, корректуры которой он исправлял в то же самое время, когда писал записки в Сен-Жюльене.

«Жизнь не может быть охарактеризована, исходя лишь из виталистической или лишь из материалистической концепции. Подобные попытки оставались всегда бесплодными и приводили только к ошибкам.

Должны мы оставаться при этом отрицании? Нет. Отрицательная критика не является еще выводом. Нам необходимо, в свою очередь, создать идею, найти свойство, достоверность которого, если бы и не являлась абсолютной, но была достаточной, для того чтобы вести нас по нашему пути, никогда нас не обманывая.

Признаки, о которых мы напомнили ранее, соответствуют действительности; знакомство с ними полезно и благотворно. Со своей стороны я выскажу мнение, к которому меня привел мой опыт.

Я считаю, что в живых организмах непременно протекают два типа явлений:

1. Явления *жизненного созидания* или организующего синтеза.

2. Явления *смерти* или *органического разрушения.*

Необходимо объяснить в нескольких словах значение, которое мы придаем выражениям: органическое *созидание* и органическое *разрушение.* Если, имея дело с неорганической материей, мы совершенно правильно считаем, что ничто не теряется и что ничто не создается, то при рассмотрении организма это далеко не так. В живом организме все морфологически создается, организуется и все умирает, разрушается.

В развивающемся яйце появляются мускулы, кости, нервы и занимают соответствующее им место, повторяя предшествующую форму, из которой вышло яйцо.

Окружающая материя входит в состав тканей или в виде питательных веществ, или же как их составные элементы. Орган создан: он создан с точки зрения структуры, формы и свойств, которые он проявляет.

Кроме того, органы беспрестанно, в силу присущих им свойств, разрушаются и дезорганизуются; эта дезорганизация является второй фазой великого жизненного акта.

Лишь первый из этих двух типов явлений не имеет непосредственной аналогии; он свойствен лишь жизни, является ее особенностью; действительно, этот развивающийся синтез составляет специфику жизни. Я напомню по этому поводу выражение, которое я предложил уже давно: *жизнь это созидание.*

Напротив, второй тип явлений — жизненное разрушение — физико-химической природы, чаще всего он является результатом окисления в широком смысле этого слова: брожения, гниения, одним словом, его можно сравнить с множеством различных химических процессов разложения и расщепления. Эти явления составляют истинные явления *смерти,* когда они касаются организованного существа.

Следует подчеркнуть, что мы являемся в данном случае жертвами обыч-

ной иллюзии, и когда мы хотим обозначить явления *жизни,* то мы указываем в действительности на явления *смерти.*

Явления жизни нас не поражают. Организующий синтез, осуществляемый внутри организма, остается бесшумным, скрытым в своем действительном выражении, он накапливает потихоньку вещества, которые будут затем израсходованы. Мы не можем непосредственно наблюдать эти организующие явления. Лишь гистолог, эмбриолог, прослеживая развитие отдельных элементов или целого организма, подмечает изменения, отдельные фазы этой скрытой работы: здесь находится запасное вещество, там происходит образование оболочки или ядра; там деление или размножение, одним словом — возобновление.

Наоборот, явления разрушения или смерти бросаются в глаза, и нам приходится их использовать для характеристики жизни. Их проявления совершенно очевидны и очень заметны: когда осуществляется движение, тогда сокращается мускул, когда проявляются воля и чувствительность, когда человек мыслит, когда железа выделяет секрет, то в веществе мышцы, нервов, мозга, железистой ткани наступает дезорганизация, оно разрушается, расходуется. Таким образом, любое проявление явлений жизни непременно связано с органическим разрушением, что я и хотел выразить, когда в другом месте я написал в парадоксальной форме, что *жизнь это смерть* (Revue de Deux-Mondes, t. 9, 1875).

Существование всех животных и растительных организмов поддерживается благодаря этим двум непременным и не отделимым одно от другого видам действия: *организации и дезорганизации.* Наша наука должна стремиться к практической цели: определить условия и обстоятельства этих двух видов действий.

Принятое нами подразделение жизненных процессов является, по нашему мнению, точным выражением действительности; это результат наблюдений (*Лекции о явлениях жизни, общих животным и растениям,* стр. 39 и следующие; 1878).

Согласно Бернару явления жизни делятся, следовательно, на две больших группы: явления органического синтеза и явления органического разрушения. Что же из себя *представляют эти последние?*

«Лавуазье,— говорит Бернар,— относит их все к трем типам: *1. Брожение. 2. Окисление. 3. Гниение.*

Действительно, органическая материя разрушается или вследствие прижизненного функционирования органов, или же после смерти в трупах, в результате одного из этих воздействий» (стр. 157).

Далее:

«Брожения вызывают разрушение сложных соединений, содержащихся в организме, их расщепление на более простые тела, сопровождающееся

гидратированием. Они играют очень важную роль в питании» (стр. 161).

«Явления брожения относятся к общим типам жизненных явлений разрушения» (стр. 163).

Наконец, после краткого изложения последних теорий об окислении в широком смысле этого слова и гниения органической материи Бернар делает следующее заключение.

«Не вдаваясь глубже в вопрос о разложении органической материи, который все еще весьма не ясен, мы ограничимся выводом из этого урока лишь одного общего заключения.

Гниение, как и окисление, относится к брожениям. Все явления органического разложения или жизненного разрушения, происходящие в организме, сводятся, в конечном счете, к брожениям...» (стр. 178).

Подводя итог всему вышеизложенному, мы можем сказать, что, по мнению Клода Бернара, жизнь, состоит из органического синтеза и органического разрушения и что все проявления органического разрушения сводятся к брожениям.

В результате такого понимания жизненных явлений Бернар считал, что между явлениями жизни или между синтезом и явлениями смерти или разрушения, между жизнью в точном смысле этого слова и брожениями обязательно существует противопоставление. Отсюда вытекает необходимость отрицания экспериментальных результатов моих исследований о брожениях в точном понимании этого слова, так как, по моему мнению, существуют определенные условия, в которых явления брожения внезапно проявляются в непосредственной связи с явлениями питания и органического синтеза. И это наблюдается всякий раз, когда есть жизнь, когда происходит образование клеток, синтез основных органических соединений или, используя более общее выражение, когда явления, свойственные живым организмам, когда химические изменения в тканях и клетках протекают без участия свободного кислорода. Я наблюдал размножение клеток дрожжей вне всякого контакта с воздухом. Я высевал вибрионы в жидкость, находящуюся в наиболее полном вакууме, или в среду, насыщенную чистой углекислотой, и в таких условиях, когда микроорганизмы имели в своем распоряжении для построения углеродсо-

держащих, азотистых и минеральных соединений в следующих одно за другим поколениях лишь молочную или винную кислоту, глицерин, аммоний, фосфор и т. д. По мере размножения и жизнедеятельности этих вибрионов, вне всякого контакта с воздухом, я наблюдал образование за счет молочной кислоты всех продуктов самого типичного маслянокислого брожения. Эти и многие другие данные того же рода повсюду, и в Германии в особенности, подвергались критической проверке, и те же самые исследователи, которые заявили, что жизнь без воздуха невозможна, честно признались в своей ошибке. По этому поводу можно напомнить о дискуссии между мной и ученым натуралистом Оскаром Брефельдом [77]. Но подобные результаты несовместимы с системой Клода Бернара. Не будучи связан какой-либо системой, я просто констатирую, что жизнь без воздуха возможна и, когда она осуществляется, появляется брожение. Бернар, находясь под гнетом своей системы, принужден был искать в жизнедеятельности ферментов два основных подразделения, на которые распадаются, по его мнению, все проявления жизни: органический синтез и органическое разрушение. Кроме того, необходимо, чтобы он обнаружил их разделенными один от другого и чтобы они обусловливались различными физиологическими механизмами. По моему мнению, жизнь, органический синтез, вызывает разложение, потому что жизнь осуществляется за счет кислорода, содержащегося в соединениях в сахаре, молочной кислоте, винной кислоте и т. д. без участия свободного газообразного кислорода, находящегося во внешней среде. Согласно Бернару органический синтез обусловливается совершенно иными явлениями, чем органическое разрушение; один и тот же механизм не может одновременно созидать и разрушать; он принимает, что существует класс физиологических явлений, свойственных синтезу, и класс других физиологических явлений, свойственных разрушению. Тогда как в его системе слова *жизнь* и *брожение* являются противоположностями, по моему мнению, при условии, что жизнь происходит без воздуха, они тесно связаны между собою.

---

[77] C. r. de l'Acad. sci., 80, 1875, p. 452—457 и мои «Исследования о пиве», глава VI *.

Строго говоря, Бернар не отрицает, что жизнь и брожение могут быть связаны между собою и действовать в одном направлении, но детерминизм явлений, по его мнению, отличается от того, который был установлен мною. Каким образом мог бы он согласовать данные, которые я наблюдал, с выводами, сделанными из своей системы? Он предложил гипотезу, что по мере созидания клеток под влиянием питания и размножения образуется диастаз, растворимый фермент, который один сам по себе способен вызвать спиртовое брожение. Эта гипотеза спасла его систему,— согласно ей брожение вызывается не живыми организмами, а промежуточным веществом, растворимым ферментом, который действует наподобие химических соединений [78]. Вспомним что говорил Бернар д'Арсонвалю в течение последних месяцев, предшествующих его смерти: *«Необходимо изгнать из брожения жизнедеятельность клеток»*. Другими словами, необходимо, чтобы брожение было явлением смерти, явлением разрушения, явлением, происходящим в трупах, явлением химической природы; оно не может быть явлением, связанным с жизнью. Жизнь создает, брожение разрушает. А созидание и разрушение различных органических соединений не может явиться результатом того же самого физиологического воздействия.

Уничтожьте гипотезу о растворимом ферменте, образующемся по мере размножения клеток дрожжей, и вы будете иметь лишь два явления: образование клеток и брожение, иначе говоря, синтез и размножение, причем первый происходит за счет второго, что несовместимо с концепцией Бернара о явлениях жизни. Благодаря растворимому ферменту в наличии имеется, с одной стороны, «морфологический синтез», со свойственными ему законами и физиологией, и, с другой стороны, «разложение» химического порядка, обусловливающееся растворимым ферментом. «В брожении существуют два со-

[78] В XXI заметке Бернар ставит следующий вопрос: «Однако, почему пивные дрожжи образуют его (спирт) в столь большом количестве?» И отвечает: «Потому что они очень активно размножаются». Это значит, что они образуют большое количество растворимого фермента, так как интенсивность явлений органического разрушения, согласно мнению Бернара, меняется параллельно интенсивности явлений размножения и синтеза.

стояния, подлежащие изучению,— говорит Бернар,— разложение и морфологический синтез». Он и здесь их обнаруживает в виде двух отдельных состояний.

Обнаружил ли Бернар этот растворимый фермент при брожении, вызванном дрожжами? Он не дает никаких объяснений по этому вопросу, но существование этого вещества является непременным выводом из его системы, и если бы мы настаивали, то он охотно бы сказал вместе с г-ном Бертло «что если наличие растворимого фермента установить не удается, то это потому, что он разрушается по мере своего образования» [79]. Это лишь новая гипотеза, добавленная к старой, но, без сомнения, очень искусная, потому что она лишает нас какой-либо возможности обсуждений и возражений.

К счастью для моего критического разбора Бернар идет далее, чем г-н Бертло. По его мнению, растворимый спиртовой фермент, без всякого сомнения, содержится в соке зрелого винограда и в особенности в соке гнилых ягод; в общем, во всем том, что гниет; он добавляет, что доказать это будет очень легко с помощью настоя старых дрожжей (см. XXIV заметку).

Чем объясняется эта необходимость наличия растворимого спиртового фермента в соке гниющего винограда? Здесь одновременно разоблачают себя и систематизированные идеи Бернара, и то сильное давление, которое они оказывают на его разум.

Бесчисленное количество раз в его рукописи встречаются такие слова как: гнилые пивные дрожжи, гниющая поджелудочная железа, гнилой виноград, гнилая виноградная мезга, гнилой сок...

Как понимал Бернар гниение ягод винограда? Из XXI заметки мы узнаем от него: «Гниение,— говорит он,— это лишь преждевременное созревание». Без сомнения, слово *преждевременное* взято здесь в очень неточном смысле, вырвалось у него случайно. Он хочет сказать *далеко зашедшее.*

[79] Бертло, C. r. de l'Acad. sci., 87, 1878, p. 189. Следует подчеркнуть, что существование растворимого фермента ничего бы не изменило в моем объяснении явлений, при том условии, однако, что будет доказано, что образование этого фермента происходит в тех случаях, когда жизнь протекает без воздуха

Возможно ли, чтобы проницательный ум Бернара удовлетворялся столь туманными объяснениями? Верхом несчастья является то, что его наблюдения и опыты окончательно запутывают его; он растирает гнилой виноград, отжимает его через тряпку, отгоняет вытекающий сок и сравнивает его с соком здорового, спелого винограда. В последнем он обнаруживает лишь более или менее неясные следы спирта; а из гнилого сока он получает значительные количества его. Сопоставляя данные, которые он наблюдал, с этим удивительным утверждением, что гниение — это далеко зашедшая зрелость, он делает вывод, что «образование спирта находится в зависимости от степени зрелости фруктов» и что по мере созревания образуется спирт, сначала немного, затем больше и, наконец, на стадии далеко зашедшей зрелости или гниения — много.

Наверное, такая теория покажется странной. В понимании Бернара она была естественной и необходимой. Вот одно из его высказываний: *«Явления органического разрушения одинаковы, происходят ли они в результате жизненных функций или же в трупе после смерти»*. Бернар сказал бы: не является ли ягода зрелого винограда, которая скоро сгниет, трупом ягоды, потому что жизнь ее закончилась, и с этого момента в ней должны начаться явления органического разрушения? Растворимый спиртовой фермент, существующий, по Бернару, в проявляющих активность пивных дрожжах, иначе говоря, в течение их жизнедеятельности, может быть с успехом обнаружен и в готовой к гниению, или уже гниющей ягоде винограда.

Из предыдущего изложения мы видим, что Бернар приписывал растворимым ферментам основную роль как в явлениях брожения, так, говоря его языком, и в явлениях органического разрушения. Если бы ему задали вопрос: каким образом разрушается труп, то,— в этом я совершенно уверен,— он ответил бы,— в основном под воздействием растворимых ферментов [80].

[80] Я мог бы спросить, почему необходимо, чтобы гниение ягод было вызвано растворимым спиртовым ферментом? Почему исчезновение сахара должно происходить в процессе брожения, а ни каким-либо другим образом? Я мог бы указать, что сахар не является единственным органическим соединением, содержащимся в ягодах, и, несомненно, что не этот, так называемый

Бернар в данном случае неправильно судит о двух вещах: с одной стороны, по крайней мере до настоящего времени известны лишь *диастазы*, вызывающие явления гидратации; с другой стороны, и это замечание очень существенно, до сих пор растворимые ферменты образовывались только в результате жизнедеятельности. Для образования диастаза, пепсина, эмульсина необходимо, чтобы клетка находилась в активном состоянии. Ферментативные процессы, которые могут протекать в мертвых растениях или трупах животных, должны быть кратковременными из-за отсутствия возобновления этих мощных и таинственных агентов. Более чем кто-либо другой я знаю какую важную роль играет действие веществ, получивших название растворимых ферментов; я не испытал бы ни малейшего удивления. если бы убедился, что дрожжевые клетки образуют растворимый спиртовой фермент; мне было бы понятно, что причиной любого брожения является фермент такого рода, но мне гораздо труднее представить себе, что подобные агенты могут образовываться в клетках, находящихся в стадии органического разрушения, в гниющих фруктах или в трупах; по крайней мере, примеры такого рода мне неизвестны.

Когда я вижу, что светлый разум Бернара вполне удовлетворялся утверждением, что «гниение это далеко зашедшая зрелость», то я могу это объяснить себе лишь тем впечатлением, которое у него осталось помимо его воли от доктрины, господствующей в течение долгого времени, доктрины самозарождения, доктрины, против которой я в течение двадцати лет борюсь своими работами, доказательность и значение которых, как мне кажется, ускользнули от столь прозорливого разума Бернара.

Мои работы позволяют мне утверждать, что ягоды винограда начинают разлагаться вне контакта с воздухом лишь вследствие своего

растворимый спиртовой фермент, вызовет расщепление винной кислоты и азотистых соединений на составляющие их элементы. Для разрушения этих органических соединений Бернар должен был бы выдумать другие растворимые ферменты. Не было ли ему хорошо известно, что после смерти разрушение всего, что жило, происходит в результате окисления в широком смысле этого слова, обусловленного воздействием микроорганизмов?

рода продолжающейся жизни составляющих их клеток или же при наличии воздуха в результате дезорганизующего влияния низших микроскопических существ, использующих для своего питания вещества, содержащиеся в ягодах и трупах. Ягода зрелого винограда, свободная или прикрепленная к увядшей и высохшей кисти на кусте, может потерять воду, съежиться, вступить в соединение с кислородом воздуха, как это наблюдается для калия или железа, но на современном этапе развития науки у нас нет никаких оснований считать, что ягода будет гнить, иначе говоря, что содержащиеся в ней сахар, кислоты, азотистые вещества исчезнут и что, в конце концов, она превратится в минеральную пыль. Я просмотрел тысячи гнилых виноградных ягод и не нашел ни одной, на поверхности которой не имелось бы одного или нескольких участков, пораженных плесенью.

Подвесьте зрелую ягоду винограда в любой сосуд, в котором циркулирует влажный, но не содержащий живой пыли воздух, и вы убедитесь, что даже через сотни лет ягода сохранит свой сладкий кисловатый вкус и останется в столь же неизмененном состоянии, как если бы вы положили в сосуд минеральное вещество; она даже менее пострадает, чем железо. Ягода останется в столь же неизменном состоянии, в каком останутся и кристаллы сахара или винной кислоты, во всяком случае она изменится не более, чем кровь или моча, взятые от вполне здорового человека и помещенные мною в открытый сосуд, в котором может циркулировать лишь чистый воздух. Гниение винограда, выставленного на воздух, происходит под действием плесеней, которые развиваются на поверхности и внутри ягоды, после того как один или несколько зародышей этих мелких растений, обычно содержащихся в большем или меньшем количестве в воздухе, осядет на кожице ягоды. Я добавлю, что картина превращения изменилась бы, так как эти явления происходят не самопроизвольно, если бы сок, содержащийся внутри ягоды винограда, был не кислым, а щелочным, подобно жидкостям человеческого трупа.

Клод Бернар прошел мимо этих истин. Он, так красноречиво доказывавший опасность какой-либо системы в физиологии, сам в свою очередь стал пленником своих предвзятых идей: внутренний стимул толкает нас на преодоление границ нашего неведения. В тех же са-

мых главах, в которых Бернар устанавливает недостатки определений жизни, предложенных физиологами, его предшественниками, и, не желая, как он это подчеркивает, *остаться на позициях отрицания,* он начинает излагать *свое мировоззрение, к которому привел его опыт.* Он не замечает, несмотря на то, что у других он это часто замечал, что даже наиболее строгая система является, чтобы мы ни делали, синтетическим выражением суммы неполных приобретенных нами знаний, выводы из которой являются лишь делом разума и порождают такое количество препятствий при продвижении вперед, что заставляют отбросить эту систему. Нет, не все проявления жизни заключаются в двух подразделениях и в других сериях явлений, о которых говорил Бернар: возможно, что, когда он формулировал свои положения, они соответствовали тому, что он знал о жизни, но они не могли включать в себя то, чего он не знал. Появление новых данных, например, с одной стороны, открытие, которое я считаю доказанным мною, что жизнь без воздуха возможна, и, с другой, что законы развития зародышей, скрытые в каждой клетке организма, проявляют свою силу и после смерти, даже вне всякого контакта с кислородом воздуха, может явиться камнем преткновения для вновь созданной системы. Что касается взглядов Бернара, то, по моему мнению, это как раз и произошло. Да хранит меня бог, чтобы я в свою очередь не оказался под властью системы, но почему бы мне не высказать своего глубокого убеждения, что действия растворимых ферментов, даже в физиологии высших организмов, когда-нибудь уступят место проявлениям жизни без воздуха? Эти проявления жизни без воздуха Бернар не только сознательно игнорировал: он их не желал, так как они противоречили его пониманию жизни.

Встав на путь ошибок, трудно с него сойти. Рукопись Бернара дает этому новый пример. Я показал, что эти записки являются в основном плодом выводов a priori. Мне остается разобрать наблюдения и опыты. Явно или скрыто, они все содержатся в основных выводах, заканчивающих эти записки.

«Теория (Пастера) разрушена.

1. Это не жизнь без воздуха, потому что, как на воздухе, так и вне контакта с ним, спирт образуется без дрожжей.

2. Фермент не образуется из посторонних зародышей, так как в аплазмическом или бесплодном соках (сок незрелого винограда и гнилой сок) фермент не развивается, несмотря на то, что в них содержится сахар. Если к ним добавить ферменты, то они начинают бродить.

3. Спирт образуется растворимым ферментом вне жизни.

В гнилых и созревающих фруктах происходит разложение, а не биогенный синтез дрожжей или растительных организмов. Воздух абсолютно необходим для спиртового разложения.

4. Этот растворимый фермент содержится в соке, полученном из фруктов (гнилой сок); спирт в нем продолжает образовываться, и количество его увеличиваться.

С настоем старых дрожжей доказательство становится еще более легким.

5. В брожении существует два состояния, подлежащие изучению.

A. Разложение.

B. Морфологический синтез».

Рассмотрим одно за другим эти утверждения и доказательства, содержащиеся в рукописи.

1. *Это не жизнь без воздуха, потому что как на воздухе, так и вне контакта с ним спирт образуется без дрожжей.*

Действительно, Клод Бернар установил, что сок гнилого винограда, собранного непосредственно с кустов или с кистей, находившихся в помещении для хранения фруктов, содержит более или менее значительные, но всегда ощутимые количества спирта и что клеток дрожжей в этих ягодах не обнаруживается. Гниение, по мнению Бернара, происходит при свободном доступе воздуха, следовательно, спирт образуется на воздухе и без дрожжей. Такое толкование имеет лишь видимость точности, потому что Бернар неправильно объясняет причину гниения. Я повторяю — гниение это вовсе не далеко зашедшая зрелость, иначе говоря, это вовсе не спонтанно возникший химический процесс, как он предполагает; гниение всегда является результатом присутствия плесени на поверхности и внутри ягод. Уже в 1862 (1861) г. я доказал, что плесень в течение своей жизни

поглощает кислород воздуха и выделяет углекислоту; впоследствии в моих «Исследованиях о пиве» я установил, что когда плесени в большей или меньшей степени недостает кислорода воздуха, она образует спирт. Насколько мне известно, один из лучших способов удалить весь кислород, растворенный в органической жидкости, даже если последняя будет без всякой предосторожности выставлена на воздух и помешать, чтобы в этой жидкости кислород растворился вновь, заключается в выращивании на ее поверхности одного или нескольких «островков» плесени. Следовательно, внутри гнилой, или скорее заплесневевшей, ягоды винограда, в особенности в местах, расположенных непосредственно под заплесневевшей кожицей, не может содержаться ощутимых количеств растворенного кислорода. Ягода находится на воздухе, но внутри ягоды воздуха не содержится, и клетки ее паренхимы точно так же, как и трубочки мицелия, проникшие в ягоду, находятся в условиях, позволяющих им образовывать спирт внутри плода. Бернар не отдавал себе отчета в этих фактах. Тем не менее дважды он намекает на образование спирта плесенью. Он пишет даже (заметка XIV): «Необходимо изучить эти особые растительные образования, появление которых сопровождается образованием *большого* количества спирта, как и в случае появления дрожжей». Но что он забывает отметить, так это постоянное наличие плесени во всех гнилых ягодах и полное отсутствие всяких следов гниения, когда плесени нет.

Без доступа воздуха спирт также образуется без дрожжей, пишет Бернар. В данном случае он намекает на опыты г.г. Лешартье, Белльами * и де Люка **. Объяснение, которое он им дает, столь же удивительно, как и недопустимо: «Эти опыты (заметка XXII) правильны; но листья и фрукты бесполезно предохранять от воздействия воздуха. Они им позволяют гнить без доступа воздуха и это все, но гниение на воздухе, это то же самое. Следовательно, брожение не является жизнью без воздуха». Эти последние слова в рукописи подчеркнуты.

Все, что нам известно теперь об этих опытах, ни в коем случае не позволяет вынести подобное суждение, которое было уже неприемлемо даже в то время, когда опыты, о которых идет речь, были

поставлены лишь в первом варианте, предложенном Лешартье и Белльами в 1869 г., иначе говоря, когда они помещали фрукты в большие сосуды, наполненные воздухом, в которых их и оставляли в течение многих месяцев.

Изменение, внесенное мною в опыт Лешартье, заключается в том, что фрукты помещают в сосуды, наполненные непосредственно углекислотою, а не воздухом. Я убедился, что в этих условиях образование спирта начинается в первые же дни. Когда же фрукты помещаются в сосуд с воздухом, необходимо, чтобы кислород был абсорбирован прежде, чем клетки начнут проявлять свойственное им действие. До сих пор нам неизвестно, что происходит внутри плода, но образование спирта плодами с момента перемещения их из воздуха в атмосферу инертного газа является неоспоримым доказательством, что эти новые явления обусловливаются своего рода физической и химической жизнью клеток плода. Подобное объяснение явлений, открытых Лешартье и Белльами, кажется наиболее вероятным также и потому, что, согласно моим наблюдениям, листья и в общем все другие органы растений не отличаются в этом отношении от плодов. Эта физиологическая и химическая жизнь клеток должна отождествляться с жизнедеятельностью клеток спиртового фермента в точном смысле этого слова, когда последние лишены воздуха, и поэтому явления, о которых идет речь, попадают под действие теории, предложенной мною в 1861 г. для объяснения большинства истинных брожений. Это объяснение было не только принято г.г. Лешартье и Белльами, но они даже подтвердили его новыми собственными опытами.

Г.г. Лешартье и Белльами *, а также Гэйон ** действительно получили замечательное подтверждение этих взглядов, после того как у них возникла мысль приостановить все проявления жизнедеятельности клеток в плодах, помещая последние в сосуды, наполненные инертными газами и ядовитыми или обладающими антисептическим, а еще лучше анестезирующим действием парами, как, например, хлороформом, эфиром, сероуглеродом и т. д. Одновременно с угасанием жизни клеток под влиянием этих паров прекращается образование спирта и выделение углекислоты плодами.

Мюнц * сделал еще лучше: он установил образование спирта растениями, оставленными в земле и окруженными атмосферой инертного газа, затем, помещая растения снова в обычные условия, он убедился, что они продолжают нормально развиваться, и таким образом доказал, что никаких глубоких изменений в их внутренней структуре не произошло.

Представляло действительный интерес более детально, чем я сделал это до сих пор, установить, насколько быстро происходит перемена в жизнедеятельности ягод, находящихся на воздухе, после того как они переходят к жизни без воздуха. Как я уже указывал, помещение фруктов, даже на самый краткий срок в атмосферу углекислого газа достаточно, чтобы вызвать появление спирта [81]. Я убежден, что, имея дело с достаточно большим количеством винограда, можно было бы легко доказать, что данное явление начнет проявляться через минуту или еще быстрее; обмен газов в легких и химические изменения, возникающие в результате этого, по всей вероятности, не происходят с большей внезапностью; этот факт представляет чрезвычайно большой интерес для физиологии. Ссылаться без доказательств на никому не известное действие гниения или далеко зашедшей зрелости совершенно бессмысленно.

Я перехожу теперь к заключениям 2, 3 и 4, а именно: *что фермент не образуется из посторонних зародышей, что спирт обра-*

---

[81] Когда я говорю, *что жизнь в клетках* плода, листа, какого-либо органа *продолжается* после того, как их поместили в углекислый газ, я подразумеваю под этим лишь непрерывность химических реакций внутри клетки с момента, когда обычные в присутствии воздуха проявления жизни прекращаются. Я хочу подчеркнуть, к тому же это доказывают и наблюдения, что органические воздействия и химические изменения в твердой части и жидкостях плода, листа, органа не приостанавливаются внезапно.

Если бы мне было позволено выразиться следующим образом, то я бы сказал, что клетки обладают жизненным потенциалом, который не угасает ни с прекращением притока кислорода, ни с прекращением жизни, в точном смысле слова, обусловленной влиянием этого газа; я бы сказал, что эволюционная способность зародыша развивается в сфере нового детерминизма явлений и естественно приводит к особым результатам, в числе которых наблюдаются и процессы брожения.

зуется растворимым ферментом вне жизни и что этот растворимый фермент содержится в соке, полученном из фруктов; спирт в нем продолжает образовываться, и количество его увеличиваться.

Несмотря на то, что выражение *самозарождение дрожжей* нигде в рукописи Бернара не встречается, тем не менее, само это явление многократно подразумевается совершенно явным образом. Кроме того, Бернар даже развивает теорию этого зарождения. В своих философских построениях Бернар охотно дает полную свободу своей мысли, бо́льшую, чем этого можно было ожидать, и бо́льшую, чем та, которую он сам допускал. Будучи от природы мягким и общительным человеком, живя в изобранном обществе Французской Академии, где преобладают спиритуалистические идеи, он в своем разговоре, и особенно в своих трудах, охотно сохранял осторожность, к которой его склонял и дух благожелательного сомнения относительно всего, что ускользало от его непосредственной проверки. Лишь ученые, безрассудные духом, могли бы щеголять философией, правильность которой они не способны установить. Поэтому я нисколько не удивлен, обнаружив в рукописи Бернара теорию самозарождения и заключение, что виноградный фермент не образуется из посторонних зародышей. Но я имею право судить более строго после того, как я обнаружил, что эта теория полностью основывается лишь на утверждении, *что в соке зрелого винограда существует сила, которую он называет* протоплазматическое свойство, *свойство еще не существующее в незрелом винограде, но убитое в соке гнилых ягод,* и которое с наибольшей интенсивностью проявляется в соке зрелого винограда. Он предполагает, что это свойство возникает и усиливается по мере созревания. Вследствие этого он называет *аплазматическим,* или *бесплодным,* сок зеленого винограда и сок гнилых ягод, *плазматическим,* или *плодородным,* сок зрелых ягод. Бернар не ограничивается гипотезой об этой таинственной силе. Он добавляет, что свойство самозарождения проявляется лишь исключительно в присутствии воздуха; в зрелой ягоде, находящейся еще на кисти, оно находится в латентном состоянии, но как только мы раздавим ягоду и сок выставим на воздух, не-

медленно возникает протоплазматическое свойство, и внезапно, если можно так выразиться, образуются дрожжи.

Можно было бы не поверить в подобное изложение мнений Бернара по поводу самозарождения дрожжей, если бы я не мог доказать это с помощью дословных цитат; я ограничусь следующими.

«...дрожжи появляются лишь в соках, в которых существуют протоплазматические образования; они не образуются в молодом соке (незрелого винограда). Образования дрожжей более не присходит и в гнилом соке, в котором плазматическая сила убита[82] (заметка XX).

«...В зрелом соке, единственно обладающем протоплазматическими свойствами, при образовании спирта появляются дрожжи» (заметка XXIII).

Эти беспочвенные гипотезы сливаются с теорией полуорганизмов г-на Ферми и с теорией мельчайших точечных шариков г-на Тюрпена.

Я испытываю при чтении этих высказываний Бернара столько же удивления, сколько и грусти: удивления, потому что его непоколебимый разум, которым я привык восхищаться, полностью растворился в этом физиологическом мистицизме; грусти, потому что наш знаменитый коллега совершенно не оценил собранных мною доказательств. Например, не привел ли я в 1872 г. и в особенности в моих «Исследованиях о пиве» в 1876 г. тщательного описания способа получения виноградного сока из ягод и последующего хранения его в контакте с чистым воздухом, и не показал ли я, что в этих условиях ни дрожжей, ни обычного спиртового брожения не появляется?

Мне было также тяжело думать, что все это произошло благодаря стараниям моего превосходного коллеги г-на Бертло.

Должен был я, как мне советовали мои доброжелательные друзья, забыть об этих неожиданных возражениях и ограничиться заявлением, которое я зачитал в Академии наук через два дня после

[82] Странное дело, немедленно же он сам себе противоречит, отмечая в скобках: *однако добавление воды вызывает появление дрожжей — приготовить очень чистый гнилой сок*. Совершенно очевидно, что добавление воды не может создать протоплазматической силы. Следовательно, она не убита, как он пишет. Одно лишь это наблюдение должно было бы предостеречь его в том, что он не знает точного детерминизма явлений, о которых он говорит, и заставить откинуть его априорные теории.

опубликования рукописи Бернара? Я не счел возможным следовать этому совету: это означало бы, что я уклоняюсь от защиты истины; кроме того, мое молчание, казалось мне, явилось бы неуважением памяти Бернара.

Мне очень хотелось провести заново всю работу моего знаменитого коллеги, с тем, чтобы полнее осветить то полезное и новое, что содержится в его рукописи, тем более что у него не было достаточно времени для этого, и получить самому возможность доказать еще раз правильность моих прежних выводов. Могут ли принципы пострадать от дополнительных доказательств! К тому же некогда у меня возник замысел, от которого мне пришлось отказаться ввиду значительных расходов, связанных с его осуществлением[83]. Мои сомнения в отношении необходимости этих расходов исчезли после того, как произошли события, затронувшие достоверность всех моих исследований в целом, которым я посвятил уже более двадцати лет усилий. К тому же эта дискуссия представляла одновременно интерес и для науки и для Академии, так как позволяла сопоставить противоречивые мнения многих членов этого именитого собрания.

Немедленно, после того как 22 июля 1878 г. я сделал мое сообщение в Академии, и, не проявляя излишней тревоги по поводу кредитов, которые впоследствии мне придется просить, я поспешил заказать несколько стеклянных теплиц с намерением перевезти их в Юрскую область, где у меня имеется виноградник в несколько квадратных метров. Нельзя было терять ни минуты и вот почему.

В одной из глав (глава V) моих «Исследований о пиве» я указывал, что на кистях зеленого винограда зародышей дрожжей еще не

---

[83] Весной 1876 г. я пытался осуществить мой замысел (на пшенице и ячмене) в саду Эколь Нормаль, но слишком неудовлетворительные условия не позволили мне получить достоверные результаты. К чести настоящего правительства следует сказать, что в течение нескольких последующих лет наука более не страдает от убожества оборудования, мешающего ее дальнейшему развитию. Правительство очень удачно и усиленно развивает либеральные намерения, возникшие в последний период существования Империи и которые при министерстве г-на Дюрюи начали осуществляться, что нашло свое выражение в создании Школы Высшего обучения (Ecoles des Hautes Etudes).

существует; для района Юры это время соответствует концу июля. У нас, говорил я себе, сейчас такой период, когда, благодаря задержке развития растений вследствие холодной и дождливой погоды, виноград в кантоне Арбуа еще зелен. Выбрав этот момент, для того чтобы поместить кусты винограда в почти герметически закрытые теплицы, я буду иметь в октябре, во время сбора винограда, кусты с кистями зрелого винограда без зародышей винных дрожжей, которые могли бы попасть из внешней среды. Этот виноград, растертый с предосторожностями, необходимыми для того, чтобы не внести в него зародышей дрожжей, не будет ни бродить, ни превращаться в вино. Я доставлю себе удовольствие привезти часть его в Париж, представить Академии и предложить несколько кистей тем из наших коллег, которые еще верят в самозарождение дрожжей.

Я напомню, что в моих «Исследованиях о пиве» я показал: мы можем растереть целые кисти зрелого винограда, собранного в теплицах, без того чтобы в последующем полученная масса бродила. Кроме того, в этой работе (глава V) содержится следующий абзац:

«Из всех приведенных мною данных, касающихся происхождения винных дрожжей, следует: было бы не трудно культивировать один или несколько кустов винограда таким образом, чтобы *виноград,* выросший на этих кустах и *собранный даже осенью,* не мог спонтанно бродить, после того как он был раздавлен для получения из него сока. Для этого было бы достаточно предохранить кисти от пыли, содержащейся во внешней среде, в течение периода развития и созревания ягод и раздавить их в сосудах, хорошо очищенных от зародышей дрожжей спиртового брожения. Любые фрукты, любые растения могут быть использованы для этих, имеющих весьма важное значение исследований, результаты которых, по моему мнению, не вызывают сомнений».

Из этого отрывка, опубликованного в 1876 г., можно убедиться, насколько мало смелости я проявил, когда 22 июля 1878 г., через два дня после появления статьи в «Revue», я писал: «Если же, несмотря на все, что я сказал, эти записки все же хотели использовать как своего рода манифест, направленный против моих работ, тогда, несмотря на глубокое уважение, которое я всегда испытывал к нашему

знаменитому коллеге, я откровенно сказал бы, что Бернар ошибся и что все опыты, о которых он говорит, как к тому же многократно он признавался и сам, сомнительны и неточны, а достоверные опыты, по моему мнению, толкуются неправильно».

4 августа 1878 г., благодаря расторопности и искусству конструктора Оскара Андре, мои теплицы были закончены и готовы для сборки. Работа по сборке железных частей и стекол потребовала лишь несколько дней.

Во время и после установки теплиц я тщательно проверил, действительно ли на кистях зеленого винограда не содержится зародышей дрожжей, как я это установил ранее; с деталями этих опытов можно ознакомиться в моих «Исследованиях о пиве». Были получены предвиденные мною результаты; на основании большого количества испытаний я установил, что в начале августа месяца 1878 г. на незрелом винограде с виноградников кантона Арбуа, в особенности с тех кустов, которые помещены в теплицы, не обнаруживалось даже следов зародышей дрожжей.

Из предосторожности, чтобы в недостаточно плотно закрывающихся теплицах зародыши не попали на виноградные кисти, я оставил на каждом кусте несколько кистей свободными, а некоторое количество из них завернул в вату, прогретую при температуре приблизительно 150°.

На прилагаемом рисунке (рис. 167) изображена уменьшенная в 25 раз одна из использованных мною теплиц и внешний вид завернутой в вату и свободной кисти винограда. В местах, отмеченных T и t, я оставил маленькие отверстия для циркуляции воздуха. Для предосторожности следовало бы заткнуть эти отверстия ватой. Я забыл это сделать, однако мое упущение не явилось существенной помехой для успешного проведения опытов.

Вернувшись в Париж 16 августа, я спокойно ожидал момента созревания винограда. Я возвратился в Юрскую область 17 сентября и большим нетерпением поспешил узнать, в каком состоянии находятся кусты винограда в теплицах. При первом осмотре кистей у меня создалось очень печальное впечатление. Так как для уменьшения силы солнечных лучей в августе и сентябре я покрыл стекла слоем

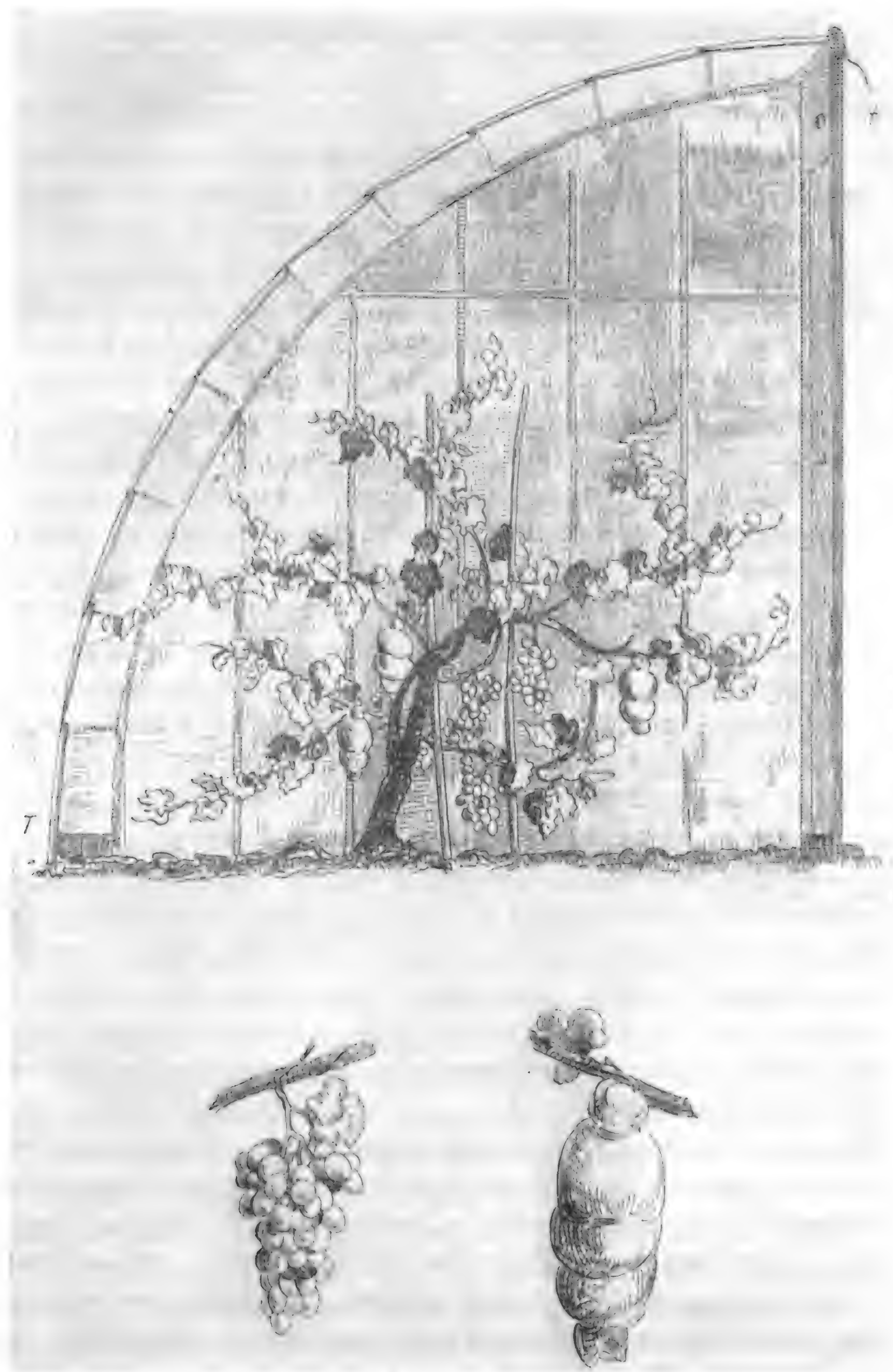


Рис. 167

а. **Теплица, уменьшенная в 25 раз.** *б*. **Кисть винограда без ваты.** *в*. **Кисть, завернутая в вату.**

свинцовых белил, то виноград различных сортов на многих опытных кустах, находящихся в теплицах, вследствие причин, которые я укажу далее, недозрел. В этот момент у меня возникли опасения, что виноград, представляющий для меня такую ценность, не вызреет и все придется начинать сначала в следующем году.

Развитие растений между 16 августа — днем моего отъезда из Арбуа и 17 сентября — днем моего возвращения приняло совершенно необычный характер. Без сомнения, под влиянием тепла, относительной темноты и влажности в те дни, когда солнце бросало свои лучи на побеленные стекла теплицы, растения чрезвычайно сильно разрослись. Выросли длинные побеги, покрытые крупными листьями, и образовались даже новые виноградные кисти, ягоды на которых были величиною лишь с булавочную головку, в особенности на кусте сорта Плуссар *. Говоря на языке местных виноделов с и л а винограда ушла в д р е в е с и н у, побеги, листья, а не в кисти, которые, казалось, не извлекли никакой пользы из пищи и тепла. Задержка созревания была более резко выраженной для завернутых в вату, чем для свободных от ваты кистей, однако и для последних она была весьма значительна. Как это наблюдается в тропических странах, развитие листвы помешало образованию и созреванию плодов.

Но во второй половине сентября и первой половине октября с наступлением более прохладной и сухой погоды я с удовлетворением наблюдал коренные изменения в развитии растений. Теперь условия сезона благоприятствовали созреванию кистей винограда как *завернутых в вату,* так и свободных от нее, а не развитию побегов. Разница между свободными и завернутыми в вату кистями наблюдалась лишь в отношении цвета ягод.

К 10 октября виноград в теплицах созрел, через кожицу ягод ясно просвечивали зерна, а на вкус он был столь же сладок, как и большинство винограда, вызревшего в виноградниках; только черный виноград, завернутый в вату, был очень слабо окрашен, скорее фиолетового, чем черного цвета, а белый виноград не имел того желтовато-золотистого оттенка который свойствен белому винограду созревшему на солнце. Несмотря на это, я повторяю еще раз, и тот, и другой виноград были вполне зрелыми.

10 октября я поставил мой первый опыт с ягодами, свободными от ваты и завернутыми в вату кистей, сравнивая их с ягодами кустов, оставшихся вне теплиц. Результаты, если можно так выразиться, превзошли мои ожидания. В пробирках с ягодами винограда, выросшего в винограднике, брожение, вызванное виноградными дрожжами, началось после 36 или 48-часовой выдержки их в термостате, температура в котором колебалась между 25 и 30°; наоборот, ни в одной из многочисленных пробирок с ягодами кистей, завернутых в вату, брожения, вызванного спиртовыми дрожжами, не наблюдалось, и, замечательная вещь, то же самое было установлено и для ягод с кистей, свободных от ваты, созревших в теплице. Подобный опыт уже описан в моих «Исследованиях о пиве».

В последующие дни я повторил эти опыты и получил те же самые результаты. И сегодня, после многочисленных испытаний, мое убеждение остается прежним, так как *я ни разу* не мог получить спиртового брожения, вызванного дрожжами, в опытах с кистями, завернутыми в вату; что же касается кистей, свободных от ваты, собранных с тех же кустов, то я наблюдал один раз брожение, вызванное дрожжами, которые были уже описаны мною в «Бюллетене химического общества» за 1862 г.; впоследствии эти дрожжи были названы доктором Реесом дрожжами *apiculatus*.

Естественно, в уме возникла идея о возможности второго сравнительного опыта. Как я уже только что сказал, опыт с теплицами основывается на данных, установленных в моих «Исследованиях о пиве», а именно: что в Юрской области до конца июля и первой половины августа, в годы, когда развитие растений несколько запаздывает, на поверхности ягод незрелого винограда и на их одеревеневшей плодоножке не имеется зародышей спиртовых дрожжей, вызывающих брожение в период сбора винограда. Наоборот, кисти зрелого винограда, ягоды и, в особенности, одеревеневшая плодоножка (которая реже омывается дождями) местами покрыты дрожжами. В момент установки теплиц мы находились в первый период, в период отсутствия зародышей; наоборот, в момент проведения опытов, между 10 и 31 октября, о которых я только что доложил, в период наличия зародышей. Следовательно, можно было ожидать, что если бы

я отделил кисти, завернутые в вату, с кустов, находящихся в теплице, и после удаления ваты подвесил бы их на ветках кустов винограда, оставшихся незакрытыми в винограднике, то сок, полученный при раздавливании ягод с этих кистей, начал бы бродить под влиянием зародышей, которые неминуемо попали бы на кисти, перенесенные в новое место. Именно такими и были полученные мною результаты.

Я счел долгом представить Академии наук некоторое количество кистей из моих теплиц, одни из них без ваты, другие еще *завернуты в вату* с 15 августа, и тем нашим коллегам, которые интересовались этими опытами, было бы легко воспроизвести доложенные мною данные. Это представление состоялось 25 ноября 1878 г.

Да будет мне позволено сделать здесь небольшое отступление и привести экспериментальные данные, представляющие очень большой интерес. Как я указывал, на поверхности кистей зрелого винограда находится фермент, благодаря которому виноделы получают из виноградного сока в чанах и бочках вино, фермент, относящийся к роду *saccharomyces*. Поэтому весьма вероятно, что в период сбора винограда дожди должны были бы смывать большое количество этого фермента и распространять его по почве виноградника. Опыт подтверждает эти предположения. Положив очень маленькие кусочки земли виноградника в серии пробирок, содержащие виноградный сок, для сохранности предварительно прокипяченный, я наблюдал во многих пробирках каждой серии появление спиртового брожения. Не мешая успеху опыта, кусочки земли можно брать на довольно большой глубине: 10—15 см. Что наблюдается чаще всего в подобного рода исследованиях, так это спиртовое брожение, вызванное дрожжами из рода *mucor*, настолько много спор этих мельчайших растений содержится в окультуренной почве.

Мне казалось, что большой интерес представляло сравнительное изучение земли виноградника и земли, выстилавшей мои теплицы, на наличие в них спор виноградных дрожжей и спор *mucor*. Однако, несмотря на многочисленную повторность моих опытов с тепличной землей, я никогда не наблюдал появления в пробирках спирто-

вого брожения, вызванного спиртовыми дрожжами винограда; наоборот, очень часто в них начиналось брожение, вызванное дрожжами *mucor*.

Сколько мыслей рождают эти результаты, и можно ли воздержаться от замечания, что по мере углубления экспериментальных исследований о зародышах мы неожиданно для нас все с большей ясностью и правильностью судим о причинах заразных болезней! Не заслуживает ли большого внимания тот факт, что на этом винограднике Арбуа, и это верно для миллионов гектаров виноградников во всех странах мира, в период, когда я проводил только что доложенные мною опыты, не было ни одного кусочка земли, если так можно выразиться, который не был бы способен вызвать брожение, обусловленное виноградными дрожжами, и что, наоборот, тепличная земля, о которой я говорил, не может выполнить эту роль? И почему? Потому что в определенный момент я накрыл эту землю стеклами. Смерть, если я осмеливаюсь так выразиться, виноградной ягоды, брошенной в любой виноградник, неминуемо была бы вызвана паразитами *saccharomyces*, о которых я говорил; наоборот, подобная смерть невозможна на маленьких клочках земли, накрытых моими теплицами. Эти несколько кубических метров воздуха, эти несколько квадратных метров поверхности почвы, находились здесь, окруженные распространенной по всему миру заразой, и они в течение многих месяцев были защищены от нее. Но что касается заболевания и смерти ягод, вызванных паразитами *mucor*, то к чему привело укрытие земли теплицами? Ни к чему. Паразиты *saccharomyces* попадают в землю в определенный период года из внешней среды, поэтому своевременно поставленное укрытые позволило избежать их появления, подобно тому как карантины предохраняют Европу от холеры, чумы... Наоборот, паразиты *mucor*, постоянно в течение круглого года находящиеся в почве наших полей и виноградников, должны были непременно находиться и под теплицами в момент установки последних; они похожи в этом отношении на зародышей наших обычных заразных заболеваний, против которых, совершенно очевидно, не могут помочь карантины, направленные против холеры, желтой лихорадки или чумы.

Разве мы не можем надеяться, что придет день, когда аналогичные, легко выполнимые, профилактические мероприятия смогут останавливать распространение этих внезапно возникающих бедствий, вызывающих опустошения и сеющих ужас среди населения, подобно той страшной болезни (желтой лихорадке), недавно охватившей Сенегал и долину Миссисипи, или подобно той, возможно еще более ужасной, болезни (бубонной чуме), свирепствовавшей на берегах Волги!

Я закончил второе сообщение, касающееся рукописи Бернара, сделанное мною Академии 29 июля сего года, обещанием повторить его опыты, встав на точку зрения его предвзятых идей и придав этим исследованиям размах, достойный предмета и уважения, с которым мы должны относиться к памяти Бернара. Мне кажется, что я выполнил свое обещание. Я смею надеяться, что читатель признает новые доказательства достоверности теории посторонних зародышей достаточно убедительными даже для наиболее критически настроенных умов. Однако все это является лишь опровержением одного из выводов Бернара, вывода, касающегося самозарождения дрожжей согласно его удивительной теории о плазматическом свойстве ягод зрелого винограда.

Мне остается рассмотреть, может быть, наиболее важное из предположений, содержащихся в рукописи знаменитого физиолога, предположение о существовании растворимого фермента, которое он разрешает в своих выводах с помощью смелого утверждения: *«Спирт образуется растворимым ферментом, вне жизни, в гнилых или созревающих фруктах»*. Если у Бернара не имеется никаких сомнений в этом выводе, то взамен мы убедимся, как мало четкости в наблюдениях, которыми он пытается экспериментально доказать существование растворимого фермента. Ему нравится делать ссылки, и он это делает многократно, на свои наблюдения, заключающиеся в растирании здоровых или гнилых ягод зрелого винограда; в получении из них сока, который он фильтрует, чтобы жидкость стала совершенно прозрачной, и в последующем приблизительном сравнении количества спирта, содержащегося в жидкостях немедленно после фильтрования и после хранения их в течение при-

близительно 48 час. Бернар считает, что за это время, несмотря на то, что жидкости остаются прозрачными, количество спирта в них увеличивается. Опыт более сложен, чем можно было бы думать при его первом рассмотрении. Если выждать более 48 час., а часто и менее длительное время, то жидкость не замедлит помутнеть вследствие развития дрожжей спиртового брожения даже и в соке гнилых ягод, чтобы ни говорил Бернар по этому поводу, указывая в этом случае лишь на образование плесеней. Совершенно очевидно, что развитие дрожжей не становится сразу же ясно видимым. Если человек страдает, даже в очень слабой степени, старческой дальнозоркостью, а у Бернара в последние годы его жизни развилась сильная дальнозоркость, то можно ошибочно предположить, что жидкость осталась совершенно прозрачной, тогда как в действительности на дне сосудов уже образовалось небольшое количество дрожжей. Несмотря на то, что Бернар очень категоричен в своем выводе, касающемся занимающего нас вопроса, тем не менее всякий внимательный читатель рукописи легко убедится в том, что ни в одном из опытов, которые он упоминает, нельзя найти действительно решающих доказательств этого основного момента — увеличения количества спирта в профильтрованном соке, оставленном без присмотра. Повсюду в изложении фактических данных чувствуется, что Бернар не вполне уверен в своих утверждениях.

В XVIII заметке он пишет:

«...что совершенно достоверно, так это то, что когда жидкость начинает мутнеть, а зерна фермента еще мелки и редки, в ней уже содержится значительное количество спирта; таким образом, спирт как будто бы предшествует ферменту».

В XV заметке его сомнения еще более очевидны:

«Когда отжатый и отделенный от ягод винограда сок оставляют спонтанно портиться, то очень маленькое количество спирта, содержащееся в нем, внезапно очень сильно возрастает в определенный момент, но при этом всегда образуются дрожжи; до сих пор мне не удалось избежать их появления».

Итак, чувствуется, как он томится желанием, к которому он беспрестанно возвращается, если так можно выразиться:

«Вопрос заключается в том, чтобы помешать появлению фермента и позволить спирту образовываться» (заметка XVIII).

«В заключение дело идет о возможности повторить с отделенным и профильтрованным виноградным соком опыт с гнилью: получить большое количество спирта без микробов» (заметка XV).

И для достижения этого он ставит перед собою следующие задачи:

«Одним словом, вызвать появление гнили в отделенном соке — налить виноградный сок в оболочку, скорлупу яйца и т. д., которая пропускает воздух. Это должно быть возможным, так как необходимо доказать, что образование спирта происходит независимо от наличия каких-либо клеток. Вот за этим-то и прячется Пастер для того, чтобы утверждать, что брожение это *«жизнь без воздуха»* (заметка XV).

С какой ясностью эти отрывки из рукописи Бернара, в особенности последний, выявляют тиранию его предвзятых идей! Он не ищет без предубеждения нечто, что есть, одним словом, то что существует, иначе говоря, истину: он хочет найти нечто потому, что он вообразил, что это нечто должно существовать. Как раз к подобному образу мыслей и можно применить слова Боссюе: «Верить, что явление имеет место потому, что ты этого желаешь, есть величайшее безрассудство», — прекрасный принцип практической философии, который должен бы быть выгравирован на фасаде всех лабораторий. Эта манера выдавать желаемое за действительное напомнила мне великолепное осуждение этого Бюффоном, когда в возрасте 28 лет, только что переводя «Статику растений» Хэйлеса *, он размышлял над трудами великих наблюдателей XVII века:

«...Лишь с помощью тонких, обоснованных и последовательных опытов мы заставим природу открыть ее секрет... Для того, чтобы быть физиком, вовсе не нужно знать, что произошло бы согласно той или иной гипотезе, исходя из предположения о существовании, например, неосязаемой материи, вихревого движения, притяжения и т. д. Дело заключается в познании того, что действительно происходит, в познании того, что находится перед нашим взором; знание следствий незаметно приведет нас к познанию причин; это избавит

нас от нелепостей, которые, по-видимому, свойственны всем системам...» *.

В октябре 1877 г. Бернар в известной степени отказался от этих незыблемых правил истинного экспериментального метода, которые, однако, он сам столько раз красноречиво излагал и которых он всегда строго придерживался.

Но вернемся к утверждению Бернара. Легко понять, что виноград из наших теплиц позволяет разрешить проблему, которая его неотступно преследовала и так сильно мучила. Действительно, в нашем распоряжении имеется зрелый виноград, более зрелого он не мог бы и желать, на котором нет ни одного зародыша дрожжей. Это позволит нам разрешить все стоящие перед нами задачи и *получить большое количество спирта без зародышей,* если это только возможно.

10 октября я направился в одну из моих теплиц, запасшись заранее профламбированными фильтрами, воронками и сосудами. Я срезал наиболее крупную из костей, завернутых в вату, и после удаления обертки я раздавил ягоды и плодоножку профламбированной палочкой, имеющей на одном из концов плоскую головку; после этого я профильтровал сок и перенес сосуд, наполненный воздухом и жидким соком, в небольшую комнатку, служившую мне лабораторией. После того, как я выяснил с частью профильтрованного сока, какое количество спирта содержится в нем, и уловил лишь неясные следы его, я выдержал оставшийся сок в течение четырех дней при температуре 25—30°. Мимоходом я напомню, что все опыты Бернара продолжались не более 48 час., при температуре ниже 10°. На четвертый день я определил снова количество спирта и установил, что характер дистилляции остался в точности таким же, каким он был и в начале опыта: обнаруживались лишь неясные следы спирта. Следовательно, когда на виноградных кистях нет зародышей, брожение профильтрованного сока невозможно. Многочисленные последующие проверки в аналогичных условиях дали такие же результаты.

Вопрос о растворимом ферменте решен: его не существует. Бернар ошибся.

Проводя многочисленные наблюдения в Юрской области, я встретился с новыми фактами, которые в известной степени могли ввести в заблуждение нашего коллегу. Я установил, что раздавленные ягоды винограда поглощают кислород воздуха и что в результате этого окисления образуются в небольших, но определенных количествах спирто-эфирные соединения *. Это явление начинается с окислением и кончается вместе с ним, его никогда не наблюдается в прозрачном виноградном соке. Однако Бернар проводил свои опыты, касающиеся образования растворимого фермента, с профильтрованным виноградным соком. Тем не менее можно предположить, что при некоторых неясных обстоятельствах он мог приписать чистому соку то, что он наблюдал в действительности на массе раздавленных ягод.

Приведенные мною данные, к которым я надеюсь вернуться позднее, связаны с присутствием тех окисляющихся соединений, наличие которых в вине впервые установил Буссенго, а затем Бертло и я.

Заканчивая, я могу, как мне кажется, сказать, что от рукописи Бернара остается лишь бесплодная попытка подменить хорошо установленные факты выводами недолговечной системы. Слава нашего знаменитого коллеги не может от этого пострадать! Ошибки, вызванные нашими человеческими слабостями, у тех, кто доблестно прошел в науке свой путь, представляют лишь философский интерес. «О величии людей судят по пользе, которую они принесли»,— я счастлив позаимствовать это изречение с одной из страниц последнего труда, который Бернар нам оставил, умирая. И затем, разве было бы справедливо осуждать в чем-нибудь нашего великого физиолога на основании недочетов неподписанной рукописи, которую он не просил и не разрешал опубликовать и найденной после его смерти «тщательно спрятанной», как нам сообщил г-н Бертло?

ПРИМЕЧАНИЯ*

Стр. 9*. Опубликованы в сборнике «Лекции по химии», прочитанные в 1860 г. г.г. Пастером, Кауром, Вюрцем, Бертло, Сент-Клер Девилем, Барралем и Дюма. Paris, 1861, Hachette et C°.

В этих лекциях Пастер подводит итоги своих многолетних работ по кристаллографии. Популярное изложение, неизбежное во всякой публичной лекции, не снижает значения этого труда, в котором особенно отчетливо сформулированы идеи Пастера о значении молекулярной диссимметрии в жизненных явлениях. Как известно, эти идеи привели Пастера к изучению брожений. Работы Пастера по молекулярной диссимметрии сыграли также большую роль в создании теории стереохимии. Примерно в эти же годы А. М. Бутлеров создает теорию химического строения веществ. Наконец, исходя из основных положений этой теории, в 1874—1875 гг. Вант-Гофф предлагает теорию пространственного расположения атомов в молекулах органических соединений. Так были созданы основы современной стереохимии (*Ред.*).

Стр. 11*. Malus E. L. Sur une propriété de la lumière réfléchie par les corps diaphanes. Nouveau Bulletin des sciences, par la société philomatique de Paris, 1807—1809, 266—269.— Sur les phénomènes qui dépendent des formes des molecules de la lumiere. Там же, 341—344 и 353—355.

Стр. 11**. Здесь и дальше Пастер всюду говорит ромбоид, хотя общепринято такие тела называть ромбоэдрами. В научных статьях, опубликованных в «Annales de chimie et de physique» и др., Пастер всегда писал ромбоэдр (*Ред.*).

Стр. 12*. Arago D. F. Sur une modification remarquable qu'eprouvent les rayons lumineux dans leur passage à travers certains corps diaphanes, et sur quelques autres nouveaux phénomènes d'optique.

Mémoire de la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institute, année 1811, part I, 1812, 93—134.

---

* Все ссылки на научные статьи сделаны по примечаниям французского издания трудов Пастера, изданных под редакцией Пастера Валлери-Радо (Париж, 1922—1939).

Стр. 13 * B i o t J. B. Observations sur la nature des forces qui partagent les rayons lumineux dans les cristaux doués de la double réfraction. Там же, années 1813, 1814 и 1815, 1818, 221—234.

Стр. 13 ** Если плоскость поляризации вращается по часовой стрелке, говорят, что она вращается вправо, если против часовой стрелки — влево (*Ред.*).

Стр. 13 *** B i o t J. B. Bulletin de sciences, par la Société philomatique de Paris. 1815, 176—183.

Стр. 14 * В настоящее время доказано, что вращение плоскости поляризации наблюдается также при работе с кристаллом сахара. По одной оптической оси наблюдается вращение вправо, по другой — влево (*Ред.*).

Стр. 17 * H e r s c h e l J. F. W. On the action of crystallized bodies on homogenous light, and on the causes of deviation from Newton's scale in the tints wich many of them develope on exposure to a polarized ray. Phyl. Transactions of the Royal Society of London, 1820, Part I, 45—100.

Стр. 17 ** De la P r o v o s t a y e F. H. Recherches cristallographiques. Ann. de chimie et de physique, 3-e sér., III, 1841, 129—150, 353—355; IV, 1842, 453—460; V, 47—51.

Стр. 19 * Во французском издании опечатка: вместо осей *a* и *b*, указаны оси α и β (*Ред.*).

Стр. 21 * C. r. de l'Acad. sci., 19, 1844, 720.

Стр. 26 * Этот блестящий опыт вызвал аплодисменты у публики. (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 30 * В этом параграфе и выше Пастер разбирает вопрос об энантиоморфизме. Формы, которые зеркально равны друг другу, но несовместимы (например, правая и левая рука), называются энантиоморфными (*Ред.*).

Стр. 32 * То есть симметричным расположением атомов (*Ред.*).

Стр. 34 * Дальнейшее развитие химии не подтвердило идеи Пастера о том, что только живые организмы могут образовывать оптически активные соединения и что в этом главное различие между соединениями, выделенными из природы, и полученными искусственно. В настоящее время искусственно синтезирован ряд соединений с диссимметричным расположением атомов в молекуле, исходя из оптически неактивных соединений. Однако Пастер правильно подчеркивает, что живые организмы синтезируют только оптически активные соединения, и правильно указывает причины этого (*Ред.*).

Стр. 34 ** Пировинная или метилянтарная кислота.

Формула: $C_5H_8O_4$: CH_3 -- CH — COOH
                                  |
                                  CH_2 – COOH (*Ред.*).

Стр. 42 * Винной кислотой Пастер всегда называет правовращающую винную кислоту (*Ред.*).

Стр. 49 * Эта работа Пастера была одной из его первых работ по физиологии брожения. Однако в ней уже совершенно отчетливо сформулирована основная идея Пастера о связи брожения с жизнедеятельностью микроорганизмов. В течение 20 лет Пастер блестяще развивал и обосновывал свои взгляды на природу брожений. Этим он заложил научные основы современной микробиологии (*Ред.*).

Стр. 49 ** Pasteur L. Mémoire sur l'alcool amylique. C. r. de l'Acad. sci., 41, 1855, 296—300.

Стр. 50 * См. примечание к стр. 34 * наст. тома.

Стр. 51 * См. стр. 63—67 и 167—168 наст. тома.

Стр. 52 * Pelouze J., Gelis A. Mémoire sur l'acide butirique. C. r. de l'Acad. sci., 16, 1843, 1262.

Стр. 53 * Gerard Ch. Traité de chimie organique. Paris, 1856, 4 vol., in-8°

Стр. 53 ** Berthelot P. E. M. Sur la fermentation alcooique. C. r. de l'Acad. sci., 44, 1857, 702—706.

Стр. 53 *** Работы Пастера, посвященные брожениям и помещенные в настоящем томе, познакомят читателя с тем, как Пастер последовательно опровергал доводы своих противников и доказал, что брожение — это универсальный физиологический процесс, протекающий в определенных условиях. Пастер боролся как против сторонников чисто химической природы брожений — Либиха, Берцелиуса, а позже Бертло и Клода Бернара, так и против сторонников самопроизвольного зарождения — Фреми, Трекюля, Бешана и др. Противников Пастера объединяло то, что они приписывали решающую роль в брожениях сложным органическим соединениям (белкам), находящимся в сбраживаемых субстратах. Одни (Либих и др.) считали, что белки расшатывают молекулы сбраживаемого вещества и тем самым вызывают его сбраживание (контактная теория брожения). Другие, например Фреми, утверждали, что белки вначале организуются в живые существа, которые затем сбраживают субстрат. Наконец, Клод Бернар и Бертло проводили аналогию между действием растворимых ферментов (диастаз, инвертаза) и самим брожением. Пастер всегда указывал, что его интересовал не столько механизм бродильных процессов (биохимия брожения), сколько связь этих процессов с жизнью (физиология брожения). Желая остаться в этих вопросах на строго экспериментальной основе, Пастер не позволял себе делать окончательные выводы по механизму брожений. Он считал ошибочной точку зрения Бернара и Бертло не потому, что они защищали ферментную природу брожения, так как Пастер сам допускал, что в этом вопросе они не ошибаются, а потому, что они отрицали связь брожений с жизнедеятельностью микробов, не приводя в защиту своей точки зрения безупречного экспериментального материала. Развитие науки показало, что прав был Пастер (*Ред.*).

Стр. 53 **** Молочнокислыми дрожжами Пастер называет в своих работах молочнокислые бактерии (*Ред.*).

Стр. 55 * При типичном молочнокислом брожении водород не образуется. Пастер работал со смешанной культурой микробов. Вероятно, помимо бактерий молочнокислого брожения в сосудах развивались бактерии маслянокислого брожения (*Ред.*).

Стр. 61 * Специальной работы по этому вопросу Пастер не опубликовал (*Ред.*).

Стр. 62 * См. стр. 68—70 наст. тома.

Стр. 63 * Pasteur L. Mémoire sur la fermentation appelée lactique (Extrait par l'auteur). C. r. de l'Acad. sci., 45, 1857, 913—916.

Стр. 63 ** Nicklés J. Sur un acide particulier resultant du tartre brut sous l'influence de la chaux et des ferments. C. r. de l'Acad. sci., 23, 1846, 419.

Стр. 63 *** Dumas J. B., Malaguti et Leblanc. Sur l'identité des acides métacétonique et butyroacétique. C. r. de l'Acad. sci., 25, 1847, 781.

Стр. 63 **** В оригинале пропионовая кислота названа ее прежним именем — метацетоновая к-та (*acide métacétonique*) (*Ред.*).

Стр. 68 * См. примеч. к стр. 63 * наст. тома.

Стр. 69 * Pasteur L. Nouveaux faits concernant l'histoire de la fermentation alcoolique (Lettre à M. Dumas). C. r. de l'Acad. sci., 47, 1958, 1011.

Стр. 69 ** Эти опыты нанесли решающий удар теории Либиха о контактной природе брожения (*Ред.*).

Стр. 73 * Lavoisier A. L. Traité élémentaire le chimie, seconde édition. Paris, 1793, 2 vol., in-8°, t. I, p. 148 и 149.

Стр. 74 ** Там же, стр. 142.

Стр. 74 * Там же, стр. 150.

Стр. 75 * В этой, а также в других работах Пастера химические формулы некоторых соединений отличаются от современного написания. Это объясняется тем, что во времена Пастера еще не были точно установлены атомные веса некоторых элементов. Например, считали, что атомный вес углерода равен 6, а кислорода — 8 (*Ред.*).

Стр. 78 * Пастер первый указал на то, что янтарная кислота и глицерин являются постоянными продуктами спиртового брожения. Глицерин образуется при восстановлении глицеринового альдегида на первых этапах брожения, когда еще не наступает декарбоксилирование пировиноградной кислоты с последующим восстановлением уксусного альдегида. Менее ясен вопрос о возникновении янтарной кислоты. Одни исследователи утверждают, что янтарная кислота возникает в результате дезаминирования аминокислот, другие — что источником янтарной кислоты является глюкоза (*Ред.*).

Стр. 91 * Целлюлозой Пастер называет полисахариды дрожжей. В настоящее время установлено, что среди полисахаридов дрожжей целлюлозы нет. Запасные полисахариды состоят из гликогена. Полисахариды клеточной оболочки из маннана и глюкана, а полисахариды капсулы из пентозанов и амилозы (*Ред.*).

Стр. 98 * Chevreul M. E. Considerations générales sur l'analyse organique et sur ces applications. Paris, 1824, in-8°.

Стр. 102 * Некристаллизующийся сахар — смесь глюкозы и фруктозы (см стр. 104 наст. тома) (*Ред.*).

Стр. 103 * Сейчас этот сахар называют галактозой (*Ред.*).

Стр. 104 * Здесь Пастер затрагивает проблему так называемого прямого сбраживания (без предварительного гидролиза) дисахаров. В настоящее время большинство исследователей считает, что предварительное расщепление дисахаров на моносахара должно предшествовать началу брожения (*Ред.*).

Стр. 104 ** Мелитоза, иначе раффиноза, трисахарид, дающий после гидролиза глюкозу, фруктозу и галактозу. Трегалоза — дисахарид, дающий после гидролиза глюкозу. Мелецитоза, иначе мелицитоза — трисахарид, дающий после гидролиза две молекулы глюкозы и одну фруктозы (*Ред.*).

Стр. 107 * См. примечание к стр. 53 наст. тома.

Стр. 110 * A. van Leeuwenhoek. Arcana naturae detecta. Experimenta et contemplationes. Delphis Batavorum, 1695, in-8°.

Стр. 111 * То-есть в 1800 г. (по республиканскому календарю, введенному Конвентом в 1793 г.) (*Ред.*).

Стр. 111 ** В 1803 г.

Стр. 112 * Thenard L. J. Traité de chimie élémentaire, 6e éd. Paris, 1836, 5 vol., in-8°, т. 5, p. 65.

Стр. 112 ** Doebereiner J. W. Versuche über die Gährung. Journal für Chemie u. Physik, 20, 1817, 213—214.

Стр. 113 * Appert F. L'art de conserver pendant plusieurs années toutes les substances animales et végétales. Paris, 1810, in-8°.

Стр. 113 ** Cagniard de Latour Ch. Observations sur la fermentation du moût de bière. L'Institut, 4, 1836, 389—390.— Mémoire sur la fermentation vineuse. Ann. de chimie et de physique, 2-e sér., 68, 1838, 206—222.

Стр. 117 * Colin J. J. Mémoire sur la fermentation du sucre. Ann. de chimie et de physique. 2-e sér., 28, 1825, 128—142.— Mémoire sur la fermentation. Там же, 30, 1825, 42—64.

Стр. 117 ** C r. l'Acad. sci., 7, 1838, 238—232.

Стр. 119 * Payen A. Mémoire sur les développements des végétaux; 3-e mémoire: Cellulose (Lu en 1839). Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des sciences, 9, 1846, 32.

Стр. 120 * Dumas. Traité de chimïe appliquée aux arts. Parïs, 1828—1846, 8 vol., in-8°, т. 6, p. 316.

Стр. 120 ** Mitscherlich E. Eléments de chimie traduis par. B. Valérius. Bruxelles, 1835, 2 vol., in-8°.

Стр. 121 * Ph — обозначение фосфора в оригинале Пастера.

Стр. 123 * Thenard L. J. Mémoire sur la fermentation vineus. Ann. de chimie, 46, an XI, 314.

Стр. 123 ** См. примеч. к стр. 112 ** наст. тома.

Стр. 129 * Дрожжи не выделяют в среду протеолитические ферменты и не могут гидролизовать белок до аминокислот. Многие бактерии и плесневые грибы обладают активными экзогенными протеазами и легко гидролизуют белки. На продуктах гидролиза белка в присутствии сахара дрожжи начинают быстро размножаться (*Ред.*).

Стр. 130 * Это зависит от присутствия в этих препаратах осколков белковых молекул, в частности аминокислот (*Ред.*).

Стр. 138 * Пастер совершенно правильно отвергает возможность подобного размножения дрожжей. На протяжении второй половины XIX века и в XX веке теории размножения микроорганизмов, подобные этой, возникали несколько раз (Эндерлейн, Лёнис, Клинебергер, Бошьян). Однако точные исследования всегда в конце концов отвергали эти теории (*Ред.*).

Стр. 139 * Окончательные выводы Пастера в природе дрожжей верхнего и нижнего брожения см. на стр. 660 и особенно на стр. 700 наст. тома (*Ред.*).

Стр. 141 * Liebig J. Nouvelles lettres sur la chimie. Paris, 1852, in-16, 28-e письмо, 31—32.

Стр. 142 * Последняя фраза приведена у Либиха в работе «Sur les phénomènes de la fermentation et de la putrefaction et sur les causes qui les provoquent». Ann. de chimie et de physique, 2-e sér., 71, 1839, 178.

Стр. 155 * Dumas J. B. et Milne Edwards H. Sur la composition de la cire des abeilles. Ann. de chimie et de physique, 3-e sér., 14, 1844, 400—408.

Стр. 157 * Пастеру не было известно, что при остаточном брожении сбраживается запасной полисахарид гликоген, а не собственно вещества клеток дрожжей. Дрожжи не способны гидролизовать полисахариды своей клеточной оболочки. Впрочем, уже на следующей странице Пастер отмечает, что истощенные дрожжи не могут вызывать остаточное брожение (*Ред.*).

Стр. 165 * C. r. de l'Acad. sci., 50, 1860, 980—984.

Стр. 167 * В настоящее время принято писать родовые наименования микробов на латинском языке с заглавной буквы. Однако почти во всех работах Пастера латинские наименования микроорганизмов начинаются со строчной буквы. Исключение составляют 2—3 работы. В этом издании мы оставляем без изменения транскрипцию Пастера (*Ред.*).

Стр. 167 ** Pasteur L. Nouveaux faits concernant l'histoire de la fermentation alcoolique. C. r. de l'Acad. sci., 47, 1858, 1011—1013.

Стр. 167 *** См. стр. 63—67 наст. тома.

Стр. 169 * См. примеч. к стр. 167 **.

Стр. 169 ** Pasteur L. Nouveaux faits pour servir a l'histoire de la levure lactique. C. r. de l'Acad. sci., 48, 1859, 337—339.

Стр. 171 * Boussingault J. B. Observations relatives au développement des mycodermes. C. r. de l'Acad. sci., 51, 1860, 671—675.

Стр. 172 * Многие бактерии, в том числе и бактерии маслянокислого брожения, подвижны. Поэтому Пастер считал их мелкими животными — инфузориями. Это предположение Пастера ошибочно. Маслянокислые бактерии — растительные организмы (*Ред.*).

Стр. 176 * См. стр. 172—175 наст. тома.

Стр. 178 * Лучший способ проведения этого опыта см. Pasteur. Nouvelles observations sur la nature de la fermentation alcoolique. C. r. de l'Acad. sci., 80, 1875, 452—457 или «Исследования о пиве» (Примечание добавленное Пастером в 1879 г. в его «Examen critique d'un écrit posthume de Claude Bernard sur la fermentation»).

Стр. 179 * В этом состоянии дрожжи обладают способностью хорошо размножаться в отсутствие воздуха в среде, содержащей азотистые соединения и сахар, который ими энергично сбраживается (примечание, сделанное Пастером в 1879 г.).

Стр. 181 * В появившихся недавно работах о спиртовом брожении и о свойствах дрожжей я наблюдаю тенденцию к признанию необходимости свободного кислорода для жизни дрожжей и особенно для их размножения, хотя в обстоятельном споре с моими противниками я уже опроверг возражения, высказанные раньше по поводу этого трудного и ответственного пункта в жизни дрожжей и в истории брожения. Исследователи возвращаются, по-видимому, к взгляду, утверждающему, что брожение может происходить вне жизни клеток путем разложения дрожжей, что сахар способен бродить, будучи только пропущен, так сказать, через клетки. Такие теории приведут нас снова к точке зрения Либиха. Либих прекрасно знал, что дрожжи представляют живой одноклеточный организм, но не хотел согласиться с тем, что присущее им свойство возбуждать брожение связано с их организацией. Среди других аргументов он указывает на возможность брожения чистой воды с сахаром. «Если брожение,— говорил Либих,— представляло бы собою следствие развития и размножения клеток, то они не вызывали бы брожения в чистой сахарной воде, где нет необходимых условий для проявления жизненной активности. Такая вода не содержит в себе азотистых веществ, нужных для образования азотистой части клеток. В подобном случае клетки вызывают брожение не потому, что они продолжают развиваться, а в результате превращений их внутренней азотистой части, разлагающейся на аммиак и другие продукты, то есть в результате химического разложения, которое представляет собою полную противоположность органическому процессу». Уже в 1857 г. (C. r. de l'Acad. sci., 45, 1857, 1032—1036) я установил, что Либих отдает себе весьма неточный отчет о явлениях, происходящих во время упомянутого опыта сбраживания чистой сахарной воды промытыми дрожжами. Я доказал, что дрожжи увеличиваются в весе, что они усваивают элементы сахара, азот дрожжей не превращается в соль аммиака, клетки дрожжей могут размножаться и жить за счет своего собственного азотистого вещества, ибо, вызвав в присутствии саха-

ра организацию растворимой части известного количества дрожжей, можно сбродить при помощи ее количество сахара, приблизительно равное весу сахара, который сбраживается равным количеством этих дрожжей. В настоящее время я могу дать этим фактам еще более полное истолкование, выяснив участие, которое принимает в них кислород. Когда мы имеем дело с пивными дрожжами и с чистой сахарной водой, кислород действует только в начале и в слабой степени, а дрожжи являются недостаточно молодыми для того, чтобы деятельно почковаться и размножаться. При таких условиях жизнь дрожжей заключается, главным образом, в жизни наиболее молодых клеток, развивающихся за счет своих собственных веществ или за счет веществ дрожжевых клеток, сильнее истощенных. В том случае, когда, наоборот, ничтожное количество дрожжевых клеток вносится в сахарную воду, содержащую растворимую часть дрожжей, как это было в одном из опытов 1857 г., только что упомянутом мною, кислород, с самого начала находящийся в сахарной жидкости, принимает активное участие в образовании и размножении новых клеток, приобретающих значительный вес, в чем можно убедиться из цифр, приведенных мною в мемуаре о спиртовом брожении.— Ann. de chimie et de physique, 3-e sér., 58, 1860, 323—426 (Примечание, добавленное Пастером в 1879 г.)

Стр. 182 * См. прим. к стр. 172.

Стр. 184 * Или Пюльсар — сорт винограда в районе Арбуа.

Стр. 186 * См. стр. 176—181 наст. тома.

Стр. 191 * См. стр. 176—181 наст. тома.

Стр. 191 ** Pasteur L. Etudes sur les mycodermes. Rôle de ses plantes dans la fermentation acétique. C. r. de l'Acad. sci., 54, 1862, 265—270.

Стр. 193 * Пастер подробно разбирает этот вопрос в работе «Исследование о пиве» (см. главу IV и V этого труда) (стр. 600 и 655 наст. тома).

Стр. 194 * См. стр. 172—175 наст. тома.

Стр. 194 ** См. примеч. к стр. 172 наст. тома.

Стр. 200 * Это исследование не было опубликовано.

Стр. 201 * См. стр. 194—200 наст. тома.

Стр. 201 ** Пастер имеет в виду химическую теорию брожения Либиха (*Ред.*).

Стр. 202 * Pasteur L. Mémoire sur les corpuscules organisés, qui existent dans l'atmosphère. Examen de la doctrine des générations spontanées. (Перевод этой работы опубликован во II томе настоящего издания).

Стр. 203 * См. примеч. к стр. 202.

Стр. 204 * Saussure (N. Th. de). Recherches chimiques sur la végétation. Paris, an XII, in-8°.

Стр. 205 * См. примечание к стр. 204 *

Стр. 206 * См. примечание к стр. 191 **.

Стр. 209 * Pringle J. Observations on the diseases of the army in camp and garrison. London. 1752, in-8°.

Стр. 210 * Ehrenberg Chr. G. Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig, 1838.

Стр. 210 ** См. стр. 172—175 и 194—200 наст. тома.

Стр. 212 * Во времена Пастера господствовало чисто химическое объяснение явлений гниения. Указание на сходство, существующее между гниением и брожением, показывает, насколько идеи Пастера опередили идеи его современников. Дальнейшее развитие науки полностью подтвердило основную мысль Пастера об этих процессах, как о процессах разложения сложных органических соединений микроорганизмами. При брожениях микробы воздействуют на различные безазотистые органические соединения (сахара, кислоты), при гниении разрушаются белки. В обоих случаях микробы получают необходимую для их существования и размножения энергию, а также материал для синтеза белков своего тела (*Ред.*).

Стр. 213 * В настоящее время эти термины, впервые предложенные Пастером, прочно вошли в микробиологию. Различают три группы организмов: строгие или облигатные анаэробы — организмы, которые при наличии свободного кислорода не могут развиваться, а некоторые из них при этом погибают (маслянокислые бактерии, ацетонобутиловые бактерии и др.); факультативные анаэробы — организмы, жизнедеятельность которых может протекать как в присутствии свободного кислорода, так и без него (многие дрожжи, молочнокислые бактерии); наконец, аэробы — организмы, которые в отсутствие свободного кислорода не могут размножаться и раньше или позже погибают (*Ред.*).

Стр. 214 * См. примеч. к стр. 212.

Стр. 216 * Пастер считал, что гангрена — результат самопереваривания тканей (автолиза тканей), основываясь на внешнем сходстве этих явлений. Эта точка зрения была неправильной и в дальнейшем было установлено, что гангренозные явления связаны с жизнедеятельностью некоторых видов бактерий (*Ред.*).

Стр. 217 * Мемуар об уксуснокислом брожении был опубликован впервые в «Annales scientifiques de l'Ecole Normale supérieure» 1 апреля 1864 г., а затем вышел в этом же году отдельной брошюрой. В 1868 г. Пастер, объединив этот мемуар и лекцию о винном уксусе, прочитанную в Орлеане 11 ноября 1867 г., выпустил отдельную книгу, сопроводив ее предисловием. В настоящем издании воспроизведен текст издания 1868 г. Разночтения указаны в примечаниях редакции французского издания трудов Пастера (*Ред.*).

Стр. 217 ** См. стр. 317—474 наст. тома.

Стр. 219 ** Macquer P. J. Dictionnaire de chimie. Paris, 2-e édit., 1778, 4 vol., in-8°, t. IV, p. 236—237.

Стр. 220 * Rozier J. F. Cours complet d'agriculture, ou Dictionnaire universel d'agriculture. Paris, 1781—1800, 10 vol., in-4°, t. 4, p. 525.

Стр. 220 ** Lavoisier A. L. Traité élémentaire de chimie. Paris, 1793, 2-e édit., 2 vol., in-8°, т. 1, p. 159.

Стр. 220 *** Berthollet C. L. Essai de statique chimique. Paris, 1803, 2 vol., in-8°, t. 2 (Appendice), p. 525.

Стр. 220 **** Saussure N. Th. См. примеч. к стр. 204 *. Соссюр говорит об этом на стр. 143—147.

Стр. 221 * Berthollet C. L. См. примеч. к стр. 220 ***. Бертолле говорит об этом на стр. 525 и 526.

Стр. 221** Ann. de chimie, 38, an. IX, 248.

Стр. 221 *** См. примеч. к стр. 221 *.

Стр. 221 **** Dumas J. B. Traite de chimie appliquée aux arts. Paris, 1826—1848, 8 vol., in-8°, т. 6, p. 339.

Стр. 221 ***** Davy Edmund. On some combinations of platinum. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1820. Part 1, 108—125.

Стр. 221 ****** Liebig J. Sur le précipité noir de platine de M. Edmund Davy et sur la propriété de l'éponge de platine d'enflammer l'hydrogene. Ann. de chimie et de physique, 2-e sér., 42, 1929, 316—330.

Стр. 221 ******* Doebereiner J. W. Neu entdeckte merkwürdige Eigenschaften des Platinsuboxyds, des oxydierten Schwefel — Platins und des metallischen Platinstaubes. Journal für Chemie u. Physik, 38, 1823, 321—326. Ann. de chimie et de Physique, 2-e sér., 24, 1823, 91—96.

Стр. 222 * Liebig J. Traité de chimie organique. Paris, 1840—1844, 3 vol., in-8°, t. 1, p. 387.

Стр. 223 * Berzelius J. J. Traité de chimie. Paris, 1829—1833, 8 vol., in-8°, t. 4, p. 552.

Стр. 223 ** Fourcroy A. F. Système des connaissances chimiques et de leurs applications aux phénomènes de la nature et de l'art. Paris, an IX, 5 vol., in-4°, t. 4, p. 467.

Стр. 224 * Berzelius J. J. См. примеч. к стр. 223 *. Приведенная цитата находится на стр. 555—556.

Стр. 227 * Chaptal J. A. Chimie appliquée aux arts. Paris. 1807, 4 vol., in-8°, t. 3, p. 157—159. См. так же Rozier J. F. Cours complet d'agriculture, t. 10, p. 377—403 (см. примеч. к стр. 220 *).

Стр. 230 * Chaptal J. A. Traité sur les vins. Ann. de chimie 36, an IX, 249—251.

Стр. 230 ** См. примечание к стр. 328 *** наст. тома.

Стр. 231 * Dumas J. B. См. примеч. к стр. 221****, т. 4, стр. 341.

Стр. 231 * Liebig J. См. примеч. к стр. 222 *, т. I, ст. 386—397.

Стр. 235 * См. примечание к стр. 172 *.

Стр. 243 * В мемуаре, опубликованном в «Ann. scientifiques de l'Ecole Normole supérieure», опубликованном за четыре года до выхода в свет «Исследований об уксусе». Пастер писал 80 или 90°. (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 244 * К роду *Mycoderma* относят некоторые виды пленочных дрожжей. Они образуют при росте в жидких средах мощную пленку на поверхности жидкости. Возбудителями уксуснокислого брожения являются некоторые виды бактерий. Поэтому относить их к роду *Mycoderma* неверно. Пастер считал их микодермой, исходя из особенностей роста уксуснокислых бактерий который напоминает рост микодермы на поверхности жидкости (*Ред.*).

Стр. 245 * C. r. de l'Acad. sci., 56, 1863, 734.

Стр. 246 * В «Ann. Scientifiques de l'Ecole Normale supérieure» Пастер перед этой фразой добавил: «В этого рода реакциях я не вижу ничего невозможного».

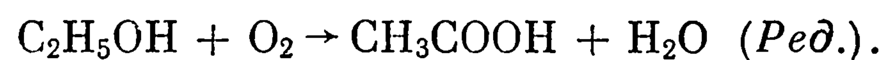
(*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 247 * В «Ann. Scientifiques de l'Ecole Normale supérieure» Пастер писал: «После введения жидкости я помещаю местами на поверхности едва заметное количество микодермы, взятое из сосуда, в котором образуется уксус и на поверхности которого имеется молодая пленка, образованная этой микодермой». (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 252 * При окислении спирта уксуснокислыми бактериями образуется только уксусная кислота, которая в дальнейшем может окисляться до углекислоты и воды. Этот процесс и получил название уксусного брожения. Строго говоря, янтарная кислота не является продуктом уксуснокислого брожения. Однако она может образовываться в процессе жизнедеятельности уксуснокислых бактерий.

Стр. 255 * В «Ann. Scientifiques de l'Ecole Normale supérieure» вместо этой фразы мы читаем: «После превращения в уксусную кислоту всего внесенного спирта мы прибавляем полученную величину к количеству кристаллической уксусной кислоты, находившейся в жидкости с самого начала, и находим 165 г. уксусной кислоты». (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 255 ** См. примеч. к стр. 76 *. В настоящее время формула окисления спирта выглядит так:



$$C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$$ (*Ред.*).

Стр. 255 *** Уксуснокислое брожение идет именно по этой схеме. Побочные продукты — результат жизнедеятельности уксуснокислых бактерий (см. примеч. к стр. 252 *) (*Ред.*).

Стр. 255 **** В «Ann. Scientifiques de l'Ecole Normale superieure» Пастер писал: «Это опять осуждение прежней теории брожения и подтверждение принципов, установленных мною в моих прежних исследованиях, хотя на этот раз речь идет о ферменте сжигания (окисления), а не разъединения, как в случае пивных дрожжей». (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 257 * В «Ann. Scientifiques de l'Ecole Normale supérieure» Пастер добавил: «скользким».

Стр. 259 * То-есть до тех пор, пока на стружки не попадут бактерии, находящиеся в окружающем воздухе (*Ред.*).

Стр. 262 * Les œvres de J. B. Van-Helmont, traduction de Jean Le Conte, Lyon, 1671, in-4°.

Стр. 265 * Хотя проводимая Пастером аналогия и неудачна, так как в ту эпоху мало знали о роли красных кровяных шариков в процессах переноса кислорода, его вывод об участии уксуснокислых бактерий (микодермы) в окислении спирта и уксусной кислоты совершенно правилен (*Ред.*).

Стр. 291 * Fabroni A. De l'art de faire le vin, Paris, an X, in-8°.

Стр. 307 * См. стр. 317—474 наст. тома.

Стр. 308 * См. стр. 317—474 и 217—283 наст. тома.

Стр. 317 * «Исследования о вине» издавались при жизни Пастера дважды: в 1866 и в 1873 гг. В настоящем издании воспроизведен текст второго издания. Основные расхождения между I и II изданиями указаны в настоящих примечаниях. «Исследования о вине» содержат 3 части и дополнение, в котором опубликованы различные документы. В настоящем издании работа публикуется с сокращениями. Исключены 3, 4 и 5 параграфы третьей части и дополнение. Параграф 3 третьей части посвящен описанию опытов по нагреванию различных вин в присутствии официальных комиссий и не представляет научного интереса. В параграфах 4 и 5 приводится описание различных методов и приборов для нагревания вин. Кроме того, параграф 5 третьей части «Исследований о вине» написан Роленом (*Ред.*).

Стр. 317 ** В своем труде Пастер приводит данные о количестве вина, изготовленного в 1864 г. во всех департаментах Франции. В настоящем издании эта сводка не приведена, так как сейчас она не представляет интереса. Общее количество вина, изготовленного во Франции в 1884 г., составляло 50653418 гкл (*Ред.*).

Стр. 318 * Император Франции — Наполеон III (*Ред.*).

Стр. 319 * Lavoisier A. L. Traité élémentaire de chimie (seconde édit.). Paris, 1793, 2 vol., in-8°.

Стр. 320 * Farboni A. De l'art de faire le vin, ouvrage couronné par l'Académie royale d'économie de Florence, avec tableaux et 13 fig. Traduit de l'italien par F. R. Baud. Paris, an X, XII — 220 p. in-8°.

Стр. 320 ** Fourcroy A. F. Notice d'un mémoire du cit. Fabroni, sur les fermentations vineuse, putride, acéteuse, et sur l'éthérification, lu à Société philomatique le 3 fructidor, an VII, et réflexions sur la nature et les produits de ces phénomènes. Ann. de chimie, 31, an VII, 299—327.

Стр. 320 *** Thenard L. J. Mémoire sur la fermentation vineuse. Ann. de chimie. 46, an XI, 294—320.

Стр. 320 **** Fourcroy A. F. Цитировано выше стр. 301—302 (см. примеч. к стр. 320 *).

Стр. 321 * Fabroni A. Цитировано выше стр. 171 (см. примеч. к стр. 320 *).

Стр. 321 ** Farboni A. Цитировано выше стр. 105 (см. примеч. к стр. 320 *).

Стр. 322 * Бюльон добавлял, как он пишет, листья винограда, а не щавеля. Очевидно, во французском издании допущена опечатка (*Ред.*).

Стр. 322 ** Colin J. J. Mémoire sur la fermentation du sucre. Ann. de chimie et de physique, 2-e sér., 28, 1825, 128—142.— Mémoire sur la fermentation. Там же, 30, 1825, 42—64. Liebig J. Sur les phénomènes de la fermentation et de la putréfaction, et sur les causes qui les provoquent. Ann. de chimie et de physique, 2-e sér., 71, 1839, 147—195. Boutron A. F. et Fremy E. Recherches sur la fermentation lactique. Ann. de chimie et de physique, 3-e sér. 2, 1841, 257—274. Berthelot P. E. M. Recherches sur la fermentation. C. r. de l'Acad. sci., 43, 1856, 238—239.— Sur la fermentation alcoolique, там же, 44, 1857, 702—706.— Remarques sur la fermentation alcoolique de la levure de bière, там же, 48, 1859, 691—692.

Стр. 323 * Gerhard Ch. Traité de chimie organique. Paris. 1856, 4 vol., in-8°.

Стр. 323 ** Cagniard de Latour Ch. Observations sur la fermentation du moût de bière. L'Institut, 23 nov. 1836, 4, 389—390.— Mémoire sur la fermentation vineuse. Ann. de chimie et de physique; 2-e sér., 48, 1938, 206—222.

Стр. 323 *** Chaptal J. A. Traité sur les vins. Ann. de chimie, 35, an VIII, 240—299; 36, an IX, 3—49, 113—143, 225—257; 37, an IX, 3—37.— Art. Vin. B: Cours complet d'agriculture, ou Dictionnaire universel d'agriculture de Rozier. Paris, 1781—1800, 10 vol., in-4°, t. 10, p. 284—378.— L'art de faire le vin. Paris, 1807, in-8°.

Стр. 324 * Liebig J. Traité de chimie organique. Paris, 1840—1844, 3 vol., in-8°.— Lettres sur la chimie consideree dans ses rapports avec l'industrie, l'agriculture et la physiologie. Paris, 1845, in-16°.— Nouvelles lettres sur la chimie. Paris, 1852, in-16°. Berzelius J. J. Traité de chimie. Paris, 1829—1833, 8 vol., in-8°.

Стр. 327 * Оклейка вина — технический прием для осветления вина. Взвешенные в вине частицы оседают после добавления яичного белка, желатины, рыбьего клея или таннина (*Ред.*).

Стр. 327 ** Chaptal J. A. l'art de faire le vin. Paris, 1807, in-8°, 259—261.

Стр. 328 * Liebig J. Traité de chimie organique. Paris, 1840—1844. 3 vol., in-8°, 388 стр.

Стр. 328 ** См. стр. 217—283 наст. тома.

Стр. 330 * Persoon Ch. Mycologia europaea. Erlangen, 1822, 3 vol., in-8°. Desmazieres J. B. Recherches microscopiques et physiologiques sur le genre mycoderma. Ann. de sciences naturelles (part botanique), 10, 1827, 42—67. Kützing F. Recherches microscopiques sur le ferment et la mére de vinaigre, et de quelques autres formation qui en dépendent. Répertoire de chimie scienti-

fique et industrielle. 3, 1838, 257—283. Персон описывает *Mycoderma ollare, M. mesentericum, M. Lagenae* и *M. pergameneum.* Демазьер — *Mycoderma cerevisiae*, Кютцинг — *Ulvina aceti.*

Стр. 330 ** Chaptal J. A. Traité sur les vins. Ann. de chimie, 36, an IX, 249—251.

Стр. 333 * См. примеч. к стр. 244 * наст. тома.

Стр. 335 * Pasteur L. См. примеч. к стр. 191 ** наст. тома.

Стр. 335 ** См. стр. 217—283 наст. тома.

Стр. 336 * Или пюльсар, как его называют в районе Арбуа *(примеч. ред. франц. издания)*.

Стр. 340 * См. стр. 271 наст. тома.

Стр. 345 * См. стр. 253 наст. тома.

Стр. 347 * В настоящее время известны следующие заболевания вина, возбудителями которых являются различные микроорганизмы:

Цвель вина (винная плесень). Возбудители — *Mycoderma vini, Hansenula, Pichia, Zygopichia* и др. При этом заболевании вино приобретает неприятный запах и вкус. Спирт окисляется до углекислоты и воды. Пленка дрожжей оседает на дно, и вино становится мутным. Уменьшение содержания спирта в вине приводит к развитию ряда посторонних микроорганизмов.

Уксусное окисление (штих, летучка). Возбудители — *Bacterium aceti, Bact. Kutzingianum, Bact. Pasteurianum, Bact. xylinum* и другие уксуснокислые бактерии. Это наиболее распространенное и наиболее опасное заболевание. В вине образуется много уксуса за счет окисления спирта. Вино теряет свои характерные свойства и приходит в полную негодность.

Маннитное брожение. Возбудители — *Bacterium mannitopoeum, Bact. gracile, Bact. intermedium, Micrococcus acidovorax* и др.

При этом заболевании в вине образуется шестиатомный спирт манниг, уксусная и молочная кислоты. Вино приобретает запах разлагающихся фруктов и уксуса и становится неприятным на вкус.

Молочнокислое брожение. Возбудители — *Bact. mannitopoeum, Bact. gracile, Bact. intermedium* и др.

Вина приобретают запах, напоминающий запах квашеной капусты или кислого молока. На более поздних стадиях вкус вина напоминает вкус прогоркшего масла.

Пропионовокислое брожение. (турн, пусс). Возбудители — *Bacillus saprogenes vini, Micrococcus saprogenes vini* и др.

Заболевание пуссом сопровождается выделением углекислого газа. При заболевании турном газ не образуется. Вино мутнеет, теряет аромат и приобретает запах уксусного эфира. Вкус вина сначала становится вялым, а затем приобретается характер скисшего и прогорклого. Сильно изменяется цвет вина.

Ожирение. Возбудитель — *Bacillus viscosus vini.*

Больные вина становятся вязкими и при переливании льются тягучей струей как масло.

Прогоркание. Возбудители — некоторые бактерии, систематическое положение которых не установлено.

Мышиный привкус. Возбудители — бактерии типа *Baci. mannitopoeum* и дрожжи, близкие к *Monilia vini.*

В винах появляется специфический привкус и запах мышиных экскрементов, что вызвано образованием ацетамида из уксусной кислоты. Таким образом, Пастер в своей работе не только описал все основные заболевания вина, но и правильно указал на причины, их вызывающие (*Ред.*).

Стр. 347 ** Перевод: «У него пусс». Такое выражение употребляют, когда хотят сказать, что человек или животное дышит тяжело и с перебоями (*Ред.*).

Стр. 350 * Balard A. J. Sur une altération spontanée des certains vins. C. r. de l'Acad. sci., 53, 1861, 1226—1230.

Стр. 356 * См. стр. 182 наст. тома.

Стр. 361 * Béchamp A. Sur l'acide acétique et les acides gras volatiles de la fermentation alcoolique. C. r. de l'Acad. sci., 56, 1863, 969—972.

Стр. 372 * Balard A. J. См. примеч. к стр. 350.

Стр. 373 * Béchamp A. См. примеч. к стр. 361.

Стр. 374 * См. стр. 71—164 наст. тома.

Стр. 378 * Chaptal J. A. L'art de faire le vin. Paris, 1807, 248—250.

Стр. 383 * Последний абзац отсутствует в I издании (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 383 ** Эти приложения в настоящем издании не помещены.

Стр. 403 * Gay-Lussac J. L. Extrait d'un Mémoire sur la fermentation. Ann. de chimie, 76, 1810, 245—259.

Стр. 405 * Berthelot P. E. M. Action de l'oxygène sur le vin. C. r. de l'Acad. sci., 57, 1863, 795—797, 983—985; 58, 1864, 80—81.— Sur l'oxydation du vin. Там же, 292—295.

Стр. 406 * Слов ...«или по крайней мере некоторые из них...» нет в I издании (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 406 ** В I издании: «Все они уже содержатся...» (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 419 * В I издании нет слов: ...«так как это наблюдается...» и т. д.

Стр. 419 ** См. стр. 71—164 наст. тома.

Стр. 428 * «В настоящее время...», иначе говоря, во время редактирования текста первого издания «Исследований о вине» в 1866 г. Во втором издании Пастер оставил без изменения эту часть текста (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 429 * Berthelot P. E. M. et Péan de Saint-Giles.— Recherches sur les affinitiés: de la combinaison des acides envisagée d'une manière générale; influence de la température. C. r. de l'Acad. sci., 54, 1862, 1263—1266;—

Combinaison de divers acides avec un même alcool et de divers alcools avec un même acide. Там же, 55, 1862, 39—43.

Стр. 442 * Batilliat. Traité sur les vins de la France. Paris et Lyon, 1846, in-8°, 83—84.

Стр. 443 * Слов «...как на это много раз ошибочно указывалось в печати...» нет в I издании (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 446 * Отсюда и до 449 стр. идет текст, написанный Пастером для II издания. 3-ю часть Пастер переделал заново и внес в нее значительные добавления (*Ред.*).

Стр. 446 ** Scoutetten H. De la conservation et de l'amélioration des vins par l'électricité. C. r. de l'Acad. sci., 69, 1869, 1121—1122.— Nouvelles notes sur l'amélioration et la conservation des vins par l'électricité. Там же, 70, 1870, 169.

Стр. 447 * Vergnette-Lamotte A. de. De l'exportation des vins de Bourgogne dans les pays chaud.— Mémoire d'agriculture... publiés par la Société nationale et centrale d'agriculture, 1850, 513—524.

Стр. 448 * Vergnette-Lamotte A. de. Le vin. Paris, 1867. Librairie agricole, in-12°.

Стр. 450 * Columelle L. J. M. De l'agriculture. В сборнике Les agronomes latins (collection Nisard). Paris, 1844, in-8°.

Стр. 451 * Caton M. P. Économie rurale. В сборнике «Les agronomes latins» (Collection Nisard). Paris, 1844.

Пастер цитирует Катона по Плинию. Но текст Плиния ошибочен. Катон пишет: «Пусть виноград, который предназначен для изготовления косского вина, как следует созреет. После того, как он подвергнется попеременному действию дождя и сухой погоды, соберите его и выставьте на солнце на два дня, или на воздух на три дня, если нет дождей» (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 451 ** Scheele K. W. Mémoires de chimie. Dijon et Paris, 1785, 2 vol., in-12°. Second partie. XIX. Remarques sur la manière de conserver le vinaigre, 137—140.

Стр. 452 * Appert F. L'art de conserver, pendant plusieurs années, toutes les substances animales et végétales. Paris, 1810, in-8°; III édit.; Paris, 1813, V édit.; Paris, 1842.

Стр. 454 * Gervais J. A. Mémoire sur les avantages d'un procedé pour perfectionner le moût des fruits et pour clarifier, améliorer et conserver les vins et atres liqueures par l'application de la chaleur, inventé et perfectionné par J. A. Gervais. Paris, 1827, in-8°, II édit.; Paris, 1828, in-8°.

Стр. 456 * См. примеч. к стр. 447 *.

Стр. 458 * Vaillant F. Chauffage des vins et confection du vinaigre. Стр. 1—4 брошюры, опубликованной в Дижоне в 1869 г.

Стр. 461 * Pasteur L. Note au sujet d'une réclamation de M. Paul Thenard, relativement au chauffage des vins. C. r. de l'Acad. sci., 69, 1869, 645.

Стр. 461 ** P a s t e u r L. Note relative aux communication de M. Vergnette-Lamotte et de M. P. Thenard. C. r. de l'Acad. sci., 69, 1869, p. 905—911, 973—974.

Стр. 462 * T h e n a r d P. Observations relatives aux procédés de conservation des vins par le chauffage. C. r. de l'Acad. sci., 74, 1872, 293.

Стр. 462 ** T h e n a r d P. Réponse à la note lue par M. Pasteur dans la séance du 13 septembre 1869, sur les droits à l'invention de la conservation des vins par le chauffage préalable. C. r. de l'Acad. sci., 69, 1869, 748—749.

Стр. 463 * A p p e r t F. Le livre de tous les ménages (5° édit. revue par Prieur — Appert et Gannal) Paris, 1842, in-8°, 106—107.

Стр. 463 ** G e r v a i s J. A. См. примеч. к стр. 454 *.

Стр. 463 *** V e r g n e t t e - L a m o t t e A. de. См. примеч. к стр. 447.

Стр. 469 * Пастер уезжал в Италию на виллу Вичентина для проведения опытов по борьбе с болезнями шелковичных червей (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 469 ** V e r g n e t t e - L a m o t t e A. de. Note en réponse à la dernière communication de M. Pasteur sur la chauffage de vins. C. r. de l'Acad. sci., 69, 1869, 1048—1050.

Стр. 470 * T h e n a r d P. Observations relatives aux procédés de conservation de vins par le chauffage. C. r. l'Acad. sci., 74, 1872, 293, 569—570, 848.

Стр. 470 ** V e r g n e t t e - L a m o t t e A. de Observations relatives aux procédé de conservation des vins par le chauffage. C. r. de l'Acad. sci., 74, 1872, 539—540; 843—845.

Стр. 471 * T h e n a r d P. Réclamation de M. Thenard, au conceil général de la Côte-d'Or. Journale d'agriculture pratique, 1869, 389—390.

Стр. 472 * V e r g n e t t e - L a m o t t e A. de. Conservation des vins par l'emploi de la chaleur. C. r. de l'Acad. sci., 62, 1866, 596—602.

Стр. 473 * T h e n a r d P. См. примеч. к стр. 471 **.

Стр. 473 ** V e r g n e t t e - L a m o t t e A. de. Des effets de la chaleur pour la conservation et l'amélioration des vins. C. r. de l'Acad. sci., 60, 1865, 895—899.

Стр. 475 * Здесь и в других местах года, указанные в скобках,— это даты, уточненные и исправленные редакцией французского издания трудов Пастера.

Стр. 475 ** L i e b i g J. Sur la fermentation et la source de la force musculaire. Ann. de chimie et de physique. 4-e sér., 23, 1871, 5—49.

Стр. 478 * R a u l i n J. Recherches sur le développement d'une mucédinée dans un milieu artificiel. Напечатано в Etudes chimiques sur la végétation. Paris, 1870, in-8°.

Стр. 479 * L i e b i g J. La fermentation acétique. Ann. de chimie et de physique, 4-e sér., 23, 1871, 194—212.

Стр. 480 * Либих не ответил на предложение Пастера организовать комиссию при Академии наук (*Ред.*).

Стр. 481 * В настоящем издании публикуется четыре статьи Пастера из общего числа 25 статей, замечаний и ответов, опубликованных во французском

издании трудов Пастера под редакцией Пастера Валлери-Радо под общим заголовком: «Дискуссия с г. г. Фреми и Трекюлем о природе и происхождении ферментов». Изложение взглядов Фреми на происхождение возбудителей брожений см. стр. 569—571 и 827—828 наст. тома. Точка зрения Трекюля изложена на стр. 608—609. См. также примечание к стр. 53 ***. Эти статьи Пастера имеют непосредственное отношение к работам, в которых он критикует теорию самопроизвольного зарождения. Последние публикуются во II томе настоящего издания. Там же будут даны более подробные примечания по этому вопросу (*Ред.*).

Стр. 481 ** Fremy E. C. r. de l'Acad. sci., 1872, 74, 164—167.

Стр. 482 * Fremy E. C. r. de l'Acad. sci., 1871, 73, 1425.

Стр. 483 * Duclaux P. E. Sur la germination des corpuscules organisés que existent en suspension dans l'atmosphère. C. r. de l'Acad. sci., 56, 1863, 1225—1227.

Стр. 484 * Fremy E. Recherches sur les fermentation (2-e communication). C. r. de l'Acad. sci., 1872, 74, 355—366.

Стр. 485 * Пастер не разбирает второй опыт Фреми, конечно потому, что он также проведен с ячменем (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 486 * Эти опыты проведены с молоком (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 487 * См. стр. 182—193 наст. тома.

Стр. 488 * Pasteur L. Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère. Examen de la doctrine des génération spontanées. См. II том настоящего издания.

Стр. 488 ** То-есть 37 дней и 11 дней соответственно.

Стр. 489 * Часть статьи на стр. 488—489 — протокольная запись общего собрания Академии, напечатанная в «C. r. de l'Acad. sci.» после выступления Пастера (*Ред.*).

Стр. 490 * Торможение брожения в аэробных условиях в настоящее время носит название эффекта Пастера. До настоящего времени механизм эффекта Пастера не выяснен окончательно. Даваемые объяснения могут быть отнесены к трем основным группам.

1. В аэробных условиях промежуточные продукты брожения окисляются до углекислоты и воды (Пастер, Пфеффер, Пфлюгер).

2. Промежуточные продукты брожения частично снова синтезируются в исходный субстрат (Блэкман, Мейергоф).

3. Промежуточные продукты брожения не образуются, а исходный субстрат окисляется последовательно (Энгельгардт, Липпман).

Все три точки зрения экспериментально подтверждены. Можно думать, что у разных организмов механизм эффекта Пастера различен. Физиологическое значение эффекта Пастера заключается в возможности получения большого количества энергии, необходимой для синтеза белка, в присутствии свободного кислорода (*Ред.*).

Стр. 494 * B é r a r d J. E. Mémoire sur la maturation des fruits. Ann. de chimie et de physique, 16, 1821, 153—183, 225—251.

Стр. 497 * T r e c u l A. A. L. Réponse à M. Pasteur concernant l'origine de la levure de bière. C. r. de l'Acad. sci. 77, 1873, 1313—1321.

Стр. 498 * Речь идет о так называмой «теории полуорганизмов» Фреми. Подробнее об этом см. стр. 569—571 наст. тома.

Стр. 499 * T r e c u l A. A. L. Réponse aux objections de M. Pasteur. C. r. de l'Acad. sci., 75, 1873, 1168—1169.

Стр. 500 * Этот отрывок — протокольная запись общего собрания Академии. Далее следует текст Пастера (*Ред.*).

Стр. 503 * См. стр. 71—164 наст. тома.

Стр. 504 * L i e b i g J. См. примеч. к стр. 475 *, приведенная цитата находится на стр. 42.

Стр. 504 ** См. стр. 475 наст. тома.

Стр. 507 * R a u l i n J. См. примеч. к стр. 478 *.

Стр. 507 ** В настоящее время известно, что значительная часть урожая дрожжей при таких условиях хранения погибает (*Ред.*).

Стр. 512 * S a c h s J. Lehrbuch der Botanik (Vierte umgearbeitete Auflage) Leipzig, 1874, in-8°, 254.

Стр. 512 ** B r e f e l d O. Untersuchungen über Alkoholgährung. Verhandlungen der physik — medic. Gesellschaft zu Würzburg, 1873, 163—178; и Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, 7, 1874, 281—283.

Стр. 512 *** T r a u b e M. Ueber das verhalten der Alkoholhefe in sauerstoffgasfreinen Medien. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, 7, 1874, 872—878.

Стр. 513 * B r e f e l d O. Bemerkungen zu der Miteilung von M. Traube: Ueber das Verhalten der Alkoholhefe in sauerstoffgasfreinen Medien. Там же, 7, 1874, 1067—1069.

Стр. 513 ** T r a u b e M. Erwiederund auf die Bemerkungen des H. Oscar Brefeld. Там же, 7, 1874, 1756—1759.— Ueber das verhalten der Alkoholhefe in sauerstoffgasfreinen Medien. Там же, 8, 1875, 1384—1400.

Стр. 516 * В 1876 г. Пастер сообщил общему собранию Академии, что Брефельд согласился с возражениями Пастера и признал ошибочными как свои опыты, так и опыты Траубе (C. r. l'Acad. sci., 82, 1876, 1078—1079 (*Ред.*).

Стр. 520 * В этом труде, впервые опубликованном в Париже в 1876 г., Пастер не только разбирает причины различных заболеваний пива и меры борьбы с ними, но подводит также итог своим двадцатилетним исследованиям по физиологии брожений. Пастер снова возвращается к самопроизвольному зарождению, переходу одних видов микробов в другие, происхождению спиртовых дрожжей и т. д. Наконец, он обобщает данные своих экспериментов, окончательно формулирует физиологическую теорию брожений и дает

определение биологической сущности брожения, ставшего классическим: «Брожение — это жизнь без воздуха, жизнь без доступа свободного кислорода».

Пастер всегда считал, что одной из основных задач науки является помощь практике. В «Исследованиях о пиве» он уделяет много места вопросам практического приложения теоретических выводов из своих работ.

В настоящем издании трудов Пастера «Исследования о пиве» впервые публикуются полностью на русском языке (*Ред.*).

Стр. 523 * Теперь и в виноделии широко распространен прием сбраживания виноградного сусла чистыми культурами винных дрожжей. Результатом этого явилось резкое снижение заболеваний вина (*Ред.*).

Стр. 524 * Ферментами, или организованными ферментами, Пастер в своих работах всегда называет микроорганизмы, которые в отсутствие кислорода сбраживают различные органические соединения. Растворимыми ферментами современники Пастера называли некоторые гидролитические экзогенные ферменты, к изучению которых в то время только приступали: эмульсин и некоторые другие. В настоящее время ферментами называют белковые соединения, которые катализируют различные химические реакции, протекающие в организмах (*Ред.*).

Стр. 527 * См. стр. 317—474 наст. тома.

Стр. 529 * Аттенуация — уменьшение удельного веса пива по сравнению с удельным весом сусла (*Ред.*).

Стр. 535 * Пастеризация — практический метод, с помощью которого предохраняют от порчи различные продукты питания путем их непродолжительного нагревания при 55—70° (*Ред.*).

Стр. 547 * См. II-й том наст. издания. «Мемуар об организованных частицах, находящихся в атмосфере».

Стр. 553 * См. II-й том наст. издания. «Мемуар об организованных частицах, находящихся в атмосфере».

Стр. 554 * См. II-й том наст. издания. «Мемуар об организованных частицах, находящихся в атмосфере». Гл. 8.

Стр. 561 * Bosseut J. B. De la connaissance de Dieu et de soi-même, ch. XVI.

Стр. 561 ** См. стр. 172—175 наст. тома.

Стр. 561 *** Rayer P. F. O. Inoculation de sang de rate. C. r. des Séances de la société de biologie, 2, 1850, 141. Sang de rate — сибирская язва (см. II том наст. изд.).

Стр. 561 **** См. стр. 209—216 наст. тома.

Стр. 562 * См. стр. 49—62 наст. тома.

Стр. 563 * Declat G. Traité de l'acide phénique (Introduction à la second edition), Paris, 1874, in-8°.

Стр. 564 * Van Tieghem Ph. Recherches sur la fermentation de l'urée et de l'acide hippurique. Paris, 1864, in-4°.

Стр. 568 * Pasteur L. См. стр. 201—208 наст. тома.

Стр. 568 ** Gayon U. Recherches sur les alterations spontanées de œufs. Thèse pour le doctorat és sciences physiques. Paris, 1875, in-4°.

Стр. 568 *** Donné A. Expériences sur l'alteration spontanée des œufs. C. r. de lAcad. sci., 57, 1863, 448—452.— Notés sur la putréfaction des œufs. Там же, 65, 1867, 602.

Стр. 568 **** Bechamp P. J. A. Sur la fermentation alcoolique et acétique spontanée des œufs. Там же, 67, 1868, 523.— Reflexions sur les générations spontanées, à propos d'une note sur les altérations spontanées des œufs. Там же. 72, 1873, 613.

Стр. 577 * Cagniard de Latour Ch. См. примеч. к стр. 113 **.

Стр. 577 ** См. II том наст. издания. «Мемуар об организованных частицах, находящихся в атмосфере».

Стр. 578 * Fremy E. Sur la génération des ferments. C. r. de l'Acad. sci., 75, 1872, 783.

Стр. 578 ** Гетерогения — самопроизвольное зарождение.

Стр. 578 *** Appert F. См. примеч. к стр. 452 * наст. издания.

Стр. 600 * Пастер до конца своей жизни был противником идеи превращения одних видов в другие. Основываясь на обширном экспериментальном материале, Пастер категорически отрицал данные Трекюля, Фреми и др. о легком переходе бактерий в дрожжи, плесневые грибы и т. п. Вывод Пастера о том, что каждое брожение имеет специфического возбудителя, сыграл большую роль при возникновении научной микробиологии. Этот вывод остался незыблемым и в настоящее время. Неоднократные попытки возродить идеи произвольного и легкого превращения одних видов микроорганизмов в другие не подтверждались экспериментально. Однако Пастера нельзя считать сторонником абсолютной неизменности и постоянства видов. В частности в ряде своих работ, в том числе и в «Исследованиях о пиве» (см. стр. 701 наст. тома) Пастер говорит о том, что изменения культуры микробов в течение длительного промежутка времени могли бы привести к созданию новых наследственно измененных форм. Правда, подобные выводы Пастер делал очень осторожно, так как и в этом вопросе он хотел опираться только на проверенные экспериментальные данные (*Ред.*).

Стр. 601 * См. стр. 217—316 и 317—474 наст. тома.

Стр. 607 * Bail Th. Uber Hefe. Flora, 40, 1857, 417—430 и 433—444.

Стр. 607 ** Berkeley M. J. Introduction to cryptogamic botany, 1857.

Стр. 607 *** Hoffman H. Mycologische studien über die Gährung. Botanische Zeitung. 18, 1860, 41—54.— Etudes mycologiques sur la fermentation. Ann. des sciences naturelles (Botanique) 4-e sér., 13, 1860, 19—44.

Стр. 607 **** Hallier E. Mitteilungen über Hefebildung. Botanische Zeitung, 23, 1865, 238—240 и 24, 1866, 60—61, 285—287.

Стр. 607 ***** Bary A. de. Die neuesten Arbeiten über die Enstehung und

Vegetation der niedern pilze, insbesondere Pasteur's Untersuchungen. Flora, 45, 1862, 355—365, 46, 1863, 9—12, 16—24, 43—47.— Recherches sur le développement de quelques champignons parasites. Ann. des sciences naturelles (Botanique), 4-e sér., 20, 1863, 5—148.

Стр. 608 * Robin Ch. Sur la nature des fermentations. Journ. de l'anatomie el de la physiologie, II, 1875, 397—403.

Стр. 612 * Эти исследования Трекюля опубликованы в «С. r. de l'Acad. sci.» за 1871—1873 гг.

Стр. 620 * Гэйон не продолжил эти исследования и не опубликовал ничего по данному вопросу (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 628 * См. примеч. к стр. 213 * наст. тома.

Стр. 628 **. См. стр. 209 наст. тома.

Стр. 633 * См. примеч. к стр. 244.

Стр. 633 ** Все эти теории имели своей целью доказать возможность самопроизвольного зарождения микроорганизмов. Пастер опроверг их экспериментально (*Ред.*).

Стр. 634 * Под таким названием Бешан описал точечные тельца, которые он наблюдал в мелу. Разумеется, они не имеют ничего общего с живыми организмами (*Ред.*).

Стр. 639 * Bail Th. См. примеч. к стр. 607 * наст. тома.

Стр. 643 * См. II том наст. издания. «Мемуар об организованных частицах, находящихся в атмосфере».

Стр. 654 * Fitz A. Ueber alkoholische Gährung durch Mucor mucedo Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin, VI, 1873, 48—58.

Стр. 655 * По-французски дрожжи — levûre, от глагола lever — поднимать (*Ред.*).

Стр. 656 * И в данном случае, как и во многих других местах, о чем мы уже указывали, Пастер называет дрожжами бактерии (*Ред.*).

Стр. 657 * См. стр. 182—193 наст. тома.

Стр. 658 * Mitscherlich E. Ueber die Gährung. Ann. der Physik, 59, 1843, 94—101.— Sur la fermentation. Journal de pharmacie, IV, 1843, 216—224.

Стр. 662 * См. стр. 182—193 наст. тома.

Стр. 663 * См. II том наст. издания.

Стр. 672 * Gay-Lussac J. L. См. примеч. к стр. 403 * наст. тома.

Стр. 678 * См. рис. 38—41 наст. тома.

Стр. 679 * Эти опыты Пастеру удалось провести только в 1878 г. (см. стр. 956—964 наст. тома) (*Ред.*).

Стр. 686 * Пастер не учитывал, что хорошая аэрация — одно из необходимых условий для образования спор дрожжами (*Ред.*).

Стр. 693 * См. стр. 182—193 наст. тома.

Стр. 694 * Hofmeister. Handbuch der physiologischen Botanik. II B. I Abt.

Bary A. de. Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. Leipzig, 1866, 182.

Стр. 701 * См. примеч. к стр. 600 * наст. тома.

Стр. 706 * См. стр. 110—164 наст. тома.

Стр. 707 * Mitscherlich E. См. примеч. к стр. 658 * наст. тома.

Стр. 709 * В настоящее время дрожжи верхнего и нижнего брожения относят к различным видам рода *Saccharomyces*. В определителе дрожжей В. И. Кудрявцева (Изд. АН СССР, 1954 г.) к верховым относятся дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* и *Saccharomyces vini*, а к низовым — *Saccharomyces carlsbergensis* и *Saccharomyces uvarum* (*Ред.*).

Стр. 724 * В данном случае Пастер, очевидно, наблюдал явление, получившее позднее название диссоциации микробной культуры. При диссоциации образуются наследственно устойчивые культуры, отличающиеся от исходных по ряду морфологических признаков. В частности, при этом возникают варианты, образующие складчатые колонии на плотных средах и имеющие удлиненные и соединенные в цепочки клетки. Часто такие варианты более аэробны (*Ред.*).

Стр. 740 * См. стр. 182—193 наст. тома.

Стр. 761 * Schützenberger P. Les fermentations. Paris, 1875 in-8°.

Стр. 763 *. См. примечание к стр. 491 *. Полемизируя с Шютценберже, Пастер хочет подчеркнуть, что чем более аэробны условия, тем больше образуется дрожжей по отношению к одному и тому же количеству сахара (*Ред.*).

Стр. 770 * В настоящее время плесневые грибы применяются для промышленного получения пенициллина и некоторых других антибиотиков; лимонной, фумаровой и др. органических кислот; ферментных препаратов, с помощью которых проводят гидролиз крахмала в спиртовой промышленности, гидролизуют белки кожи в кожевенной промышленности и т. д. (*Ред.*).

Стр. 770 ** Van Tieghem (Ph.) Recherches pour servir à l'histoire physiologique des mucédinées. Fermentation gallique. Ann. scientifiques de l'Ecole Normale supérieure, 4, 1869, 27—59.

Стр. 771 * См. стр. 176—181 наст. тома.

Стр. 776 и 778 * Bérard J. E. Mémoire sur la maturation des fruits. Ann. de chimie et de physique, 16, 1821, 153—183, 225—251.

Стр. 782 * См. стр. 71—164 наст. тома.

Стр. 786 * См. также стр. 512 наст. тома.

Стр. 790 * См. стр. 194 наст. тома.

Стр. 811 * См. II том наст. издания.

Стр. 812 * Пастер совершенно прав, считая, что различия в выходе продуктов маслянокислого брожения — результат различия в природе возбудителей. Масляная кислота образуется в процессе жизнедеятельности ряда различных микробов. Можно предполагать, что Пастер изучал два типа броже-

ний, при которых образуется масляная кислота: 1) истинное маслянокислое брожение (образующиеся продукты: масляная кислота, этиловый спирт, водород, углекислота); 2) ацетоно-бутиловое брожение (образующиеся продукты: ацетон, бутиловый спирт, этиловый спирт, водород, углекислота). Масляная и уксусная кислоты являются промежуточными продуктами этого брожения. Они частично восстанавливаются до соответствующих спиртов (*Ред.*).

Стр. 819 * Brefeld O. Ueber Gährung. III. Kandwirthschafliche Jahrbücher, 5, 1876, 281—335.

Стр. 819 ** Liebig J. Ueber die Gährung und die Quelle der Muskelkraft. Ann. der Chemie u. Pharmacie, 153, 1870, 1—47.— Sur la fermentation et la source de la force musculaire. Ann. de chimie et de physique. 4-e sér., 23, 1871, 5—49. См. также стр. 475 наст. тома.

Стр. 826 * Bert P. Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression atmosphérique exercent sur les phénomènes de vie. C. r. de l'Acad. sci., 73—78, 1871—1874.

Стр. 827 * Liebig J. Ueber die Erscheinungen der Gährung, Fäulniss und Verwesung und ihre Ursachen. Ann. der Chemie u. Pharmacie, 30, 1839, 250—287.— Sur les phénomènes de la fermentation et de la putréfaction, et sur les causes qui les provoquent. Ann. de chimie et de physique, 2-e sér., 71, 1839, 147—195.

Стр. 827 ** Boutron A. F. et Fremy E. Recherches sur la fermentation lactique. Ann. de chimie et de physique. 3-e sér., 2, 1841, 257—274.

Стр. 827 *** Fremy E. Sur les corps hémiorganises. C. r. de l'Acad. sci., 58, 1864, 1165—1167.

Стр. 828 * Liebig J. Ann. de chimie et de physique. 4-e sér., 23, 1871, 35.

Стр. 829 * См. в частности § 3 части второй этого мемуара.

Стр. 830 * См. стр. 475 наст. тома.

Стр. 835 * Trecul A. A. L. Réponse à M. Pasteur, concernant la transformation de la levure de bière en penicillium glaucum. C. r. de l'Acad. sci., 78, 1874, 217—219.

Стр. 837 * Пастер не опубликовал эти исследования (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 850 * См. стр. 176 и 402 наст. тома.

Стр. 856 * Schutzenberger P. et Gerardin. Sur un nouveau procédé de dosage de l'oxygène libre. C. r. de l'Acad. sci., 75, 1875, 879—881.

Стр. 869 * Pasteur L. Influence de l'oxygène sur le développement de la levûre et da fermentation alcoolique. Bulletin de la Société chimique de Paris. 28 juin 1861, 79—80. См. также стр. 176 наст. тома.

Стр. 895 * Fremy E. Sur la génération des ferments. Paris, 1875, in-8°.

Стр. 895 ** Pouchet F. A. Hétérogenie ou Traité de la génération spontanée. Paris, 1859, in-8°.

Стр. 897 * Tyndall J. The optical deportement of the atmosphere in refe-

ience to the phenomena of putrefaction and infection. Proceedings of the Royal Society of London, 24, 1876, 171—183.— Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 166, 1876, Part. I, 27—74.

Стр. 897 ** Tyndall J. Reply to Dr. Charlton Bastian's remarks on the development of germs in infusions. British Medical Journal, 12 février 1876, 188—190.

Стр. 899 * См. II том наст. издания.

Стр. 900 * См. «Исследования о пиве», стр. 518—899 наст. тома.

Стр. 902 * Это предположение Пастера в дальнейшем не подтвердилось (*Ред.*).

Стр. 903 * См. II том наст. издания.

Стр. 904 * Помещаемый в настоящем издании «Критический разбор посмертной работы Клода Бернара о брожении» — основная часть книги того же названия, которая была опубликована в Париже в 1879 году (*Ред.*).

Стр. 904 ** Bernard Claude. Le fermentation alcoolique. Dernière expériences de Claud Bernard (publiées par M. Berthelot).— Revue scientifique 2-e, sér., 15, 1878, 49—56.

Стр. 905 * Опубликованная в «Revue scientifique» рукопись Клода Бернара имеет характер краткого, торопливо написанного дневника исследований и с трудом поддается переводу из-за отрывочного характера и незаконченности отдельных мыслей. Бернар не следил за правильным, в грамматическом отношении, изложением своей мысли. Мы вынуждены сохранить в переводе все особенности оригинала. Некоторые места рукописи непонятны, на что указывает Пастер в своих примечаниях. В настоящем издании рукопись Клода Бернара в виду ее большого интереса для истории микробиологии и биохимии воспроизведена полностью (*Ред.*).

Стр. 908 * Описание прибора, который Клод Бернар называет «спиртоскопом», см. в сноске на стр. 595—596 наст. тома. (*Ред.*).

Стр. 909 * Слова «плоские полосы» — «толстые полосы» и пр. указывают на характер конденсации паров в спиртоскопе. В зависимости от концентрации спирта в жидкости при конденсации в шейке реторты наблюдаются маслянистые капли, полосы и т. п. (*Ред.*).

Стр. 916 * То-есть KOH — едким калием (*Ред.*).

Стр. 925 * Клор Бернар хотел покрыть грушу лаком очевидно для того, чтобы изолировать ее от окружающего воздуха (*Ред.*).

Стр. 936 * Pasteur L. Sur la théorie de la fermentation. C. r. de l'Acad. sci., 87, 1878, 127—128.

Стр. 936 ** В настоящем издании это приложение не публикуется (*Ред.*).

Стр. 939 * Bernard Ch. Sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux. Paris, 1878, in-8°.

Стр. 943 * См. стр. 511 и 786 наст. тома.

Стр. 951 * Lechartier G. V. et Bellamy. Etudes sur les gaz produits par les fruits. C. r. de l'Acad. sci., 69, 1869, 356—360.— De la fermentation des fruits. Там же, 466—469.

Стр. 951 ** Luca S. de. Sur la fermentation alcoolique et acétique des fruits, des fleurs et de feuilles de quelques plantes. C. r. de l'Acad. sci., 83, 1876, 512—514.

Стр. 952 * Lechartier G. V. et Bellamy. Action des vapeurs toxiques et antiseptiques sur la fermentation des fruits. C. r. de l'Acad. sci., 84, 1877, 1035.

Стр. 952 * Gayon U. Action des vapeurs toxiques et antiseptiques sur la fermentation des fruits. C. r. de l'Acad. sci., 84, 1877, 1036.

Стр. 953 * Müntz Ch. A. Recherches sur la fermentation alcoolique intracellulaire des végétaux. C. r. de l'Acad. sci., 86, 1878, 49—52.

Стр. 960 * Или пюльсар — сорт винограда района Арбуа. Виноторговцы обычно говорят плуссар (*Прим. ред. франц. издания*).

Стр. 966 * Hales E. La statique des végétaux et l'analyse de l'air. Ouvrage traduit de l'anglais par M. de Buffon. Paris. 1735, in-4°.

Стр. 967 * Бюффон. Предисловие к работе Хэйлеса (Hales, 1735).

Стр. 968 * Спирто-эфирными соединениями Пастер называет вещества, извлекаемые из сока винограда смесью спирта и эфира. В частности, таким путем он извлекал из бродящей жидкости янтарную кислоту и глицерин, т. е. постоянные продукты спиртового брожения (см. стр. 79 наст. тома) *(Ред.)*.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Агглютинация 735
Азотнокислый аммоний 716
Альбумин 52, 129, 130, 475, 569
Амигдалин 824, 829
Амиловый спирт 39, 49, 50
Анализатор 12, 24
Анаэробы 213, 629
Анилиновая синяя 855
Антисептические вещества 209
Аскомицеты 662
Аскоспоры 662
Аспарагин 34, 36, 37, 43
Аспарагиновая кислота 34, 36, 37
Аспирация 887
Аттенуация 529, 736
Аэробы 213, 629

Бактерии 206, 213, 214, 239, 333, 381, 499, 533, 554, 568, 584, 589, 600, 601, 607, 608, 610, 611, 613, 633, 634, 636, 638, 695, 798, 800—802, 809, 811, 816, 817, 831, 895, 896
Бензойная кислота 826
Бисульфит кальция 535
Бисульфит натрия 855, 856, 857
Борацит 15
Бродильная активность 768
Бродильная сила 768
Бруцин 35, 43
Бутиловый спирт 812

Вина имитационные 434
Вино (болезни)
— маслянистое см. ожирение
— мышиный привкус 383, 384
— ожирение 315, 317, 324, 376, 380, 382, 396
— прогоркание 306, 317, 373, 383, 391 392, 394, 396—399, 401, 459
— пусс 317, 347
— скисание 315, 326
— турн 315, 347, 348, 350, 355, 372 374—376, 382, 383, 391, 396, 399, 401, 555
— тягучесть 324, 376
— уксуснокислое брожение 317
Вино (сорта)
— Бержерак 362
— Божоле 370, 438
— Бон 362, 447, 453
— Бордо 362, 370, 386, 454
— бургундское 306, 317, 341, 342, 370, 384, 386, 398, 401, 426, 432, 435
— Вольне 341, 426
— Гвардейское см. Шато-Шалон
— желтое см. Шато-Шалон
— Кло-Вужо 426
— Косское 451
— Мадера 432
— Нантское 378
— Пино 435

— Плуссар 336
— Плуссар и Натюре-бан 336
Вино (сорта)
— Помар 307, 341, 362, 388, 392, 394, 426
— Ранчио 432
— Рейнское 362
— Романе 384, 426
— Сотерн 362
— Тавель 362
— Труссо 336
— Шамбертен 426
— Шампанское 362
— Шато-Шалон 343—346, 427, 434
— Эрмитаж 362
Вино пелусское (пиво) 536
Виноград (сорта)
— Анфарине 353
— Вале-нуар 354, 406
— Гаме 398
— Мальду 353
— Мелон 354, 416
— Натюре-блан 343, 354
— Нуарэн 664
— Пино 340, 384, 385, 398, 434
— Плуссар 353, 354, 358, 406, 417, 418, 674, 980
— Пюльсар см. Плуссар
— Савиньен 343, 354
— Труссо 353, 675
Винная кислота 13, 17—22, 25, 26, 28, 31, 34, 35, 39, 41—45, 47, 63, 125, 135, 167, 184, 198, 487, 489, 743, 744, 943, 946, 948
Виннокислое брожение 63, 64, 106, 196, 490
Виннокислый аммоний 36, 46, 47, 64, 65, 124, 127, 134, 716, 724, 799, 832
Виннокислый калий (кислый) 354, 355, 437, 523, 713, 744, 832
Виннокислый кальций 63, 184, 195—197, 200, 354, 355, 437, 767, 790, 791, 793—797, 823
Водорода перекись 856
Возбудитель молочнокислого брожения см. Дрожжи молочнокислого брожения
Вторичное брожение 157

Галенит 15
Гемиэдрия 14—16, 18—20, 22, 26, 27, 30, 32, 35, 49
Гидросульфит натрия 513, 752, 855—859, 866, 871
Гипосульфит натрия 855
Гипсование 445
Гликокол 35
Глицерин 78, 79, 82—95, 97—100, 102—105, 107—109, 122, 135, 139, 145, 155, 156, 158, 160—165, 344, 627, 782, 784, 785, 810, 898, 943
Глюкоза 102, 103, 556, 569
Глюкозиды 826
Гниение 201, 207, 209, 210, 216, 940, 941, 942, 945, 946, 948, 950, 953

Диастаз 215, 789, 824, 826, 944, 947
Диссимметрия молекулярная 9—50, 51, 66, 67, 167, 168
Доливка 522
Дрожжи
— азот — 121—125, 136
— аэробные — 704, 720, 723, 725, 727, 732, 733, 841, 845
— брожения мочевины — 556
— верхнего брожения 138, 139, 534, 660, 663, 700—709, 712—717, 725, 728—733, 738—740, 760, 845, 846
— жировые вещества 154, 155
— зола 121
— маслянокислого брожения 131, 487, 588, 788
— молочнокислого брожения 63, 65, 68—70, 130—134, 160, 163, 164, 169, 477, 486, 487, 499, 503, 506, 556, 574,

588, 600, 607—610, 613, 623, 634, 638, 698, 719, 725, 780, 784, 825, 827, 831, 843
— мукоровые 642, 645, 649, 654, 690, 771
— нижнего брожения 138, 139, 534, 660, 663, 700—709, 712—717, 728—733, 738—740, 760, 845, 846
— Пастера 705, 706, 709
— пивные 53, 54, 56, 57, 59, 60, 61, 63, 68—70, 71—164, 166, 169, 170, 173, 176, 178—180, 182—193, 230, 235, 475, 477—480, 483—485, 490, 493, 496, 499, 900—902
— плесени см. аэробные дрожжи
— почкование 187
— спиртовые см. пивные дрожжи
— творожистые 713—719, 728, 729, 732, 737, 833
— целлюлоза 91, 94, 95, 99, 100, 101, 103, 120, 150—154

Желатина 35

Инверсия сахара 165, 166
Индиго-кармин 513, 857, 865, 871
Инфузории 129, 132, 133, 159, 160, 170, 172—175, 182, 194—200, 202, 210, 211, 236, 238, 332, 333, 381, 477, 490, 505, 554, 558, 597, 695, 805, 816, 908

Казеин 130 475, 569
Камедь 35
Камфара 34
Камфарная кислота 34
Карболовая кислота см. Фенол
Кварц 13, 14, 16, 17, 19, 32, 33
Квасцы 15
Клейковина 52, 54, 57, 130, 221
Клетчатка 35
Кольподы 381, 558, 811, 816
Крахмал 35, 221
Креатин 35
Креозот 826

Крови кристаллы 207
Кровь 208, 559—571, 634, 895, 896, 948
Купаж 314

Лактат кальция см. Молочнокислый кальций
Лактоза 102, 103

Магния окись 123, 124
Малеиновая кислота 35, 36
Малеиновокислый аммоний 36
Маннит 51, 107, 108, 135, 172, 173, 784
Маннитное брожение 356
Масляная кислота 172—175, 627, 636, 785, 805
Маслянокислого брожения фермент (возбудитель маслянокислого брожения) 194, 196, 510, 758, 784, 800—819, 827, 843 (см. также дрожжи маслянокислого брожения)
Маслянокислое брожение 106, 172—175, 212, 322, 382, 488, 490, 510, 522, 536, 561, 586, 588, 780, 801—803, 806, 807, 811, 812, 815, 844, 943
Маслянокислый кальций 69, 214, 805
Медный реагент см. Фелинга жидкость
Мелецитоза 104
Мелитоза 104
Метацетоновая кислота см. Пропионовая кислота.
Метилянтарная кислота см. Пировинная кислота.
Микодерма 47, 160, 191, 192, 206, 230, 234, 236—239, 244, 245, 247, 253, 260, 268, 270, 274, 276, 278, 279, 281, 282, 283, 292, 295, 296, 298, 300, 303, 305, 306, 328, 330, 332, 333, 589, 608, 621—622, 626, 630—633, 639, 677, 697, 721, 734, 744, 828, 923
Микрозимы 634, 636
Молоко 559, 633, 634
Молочная кислота 51—53, 63, 68, 77, 106,

107, 117, 135, 172, 173, 194, 221, 374—375, 489, 556, 627, 636, 784, 805, 831
Молочнокислое брожение 60—62, 106, 116, 118, 130, 131, 134, 142, 164, 172, 270, 322, 356, 486, 488, 504, 522, 526, 556, 588, 638, 780, 825, 831, 844
Молочнокислого брожения фермент (возбудитель молочнокислого брожения) 54, 777 (см. также дрожжи молочнокислого брожения).
Молочнокислый кальций 69, 77, 135, 196, 214, 477, 556, 797, 798, 801, 802, 805—807, 809, 811
Молочнокислый цинк 135
Молочный сахар 761, 772, 773
Монады 206, 908
Морфин 35
Моча 208, 548, 553, 559—571, 895, 896, 948
Мочевая кислота 35, 203, 207
Мочевина 35, 569, 823
Мочевины брожение 564
Мукор 177, 213, 215, 242, 632, 640, 643, 648, 650, 679, 728, 770, 817
Мышечный сок 129

Нансийская кислота см. Молочная кислота
Нитратное брожение 356

Оклейка 327, 390
Околоплодная жидкость 559
Окуривание серой 279, 409, 445, 522

Паравинная кислота 13, 17, 20—23, 25—27, 30, 35, 38, 41, 44, 45, 65, 167
Парамалеиновая кислота 34
Пастеризация 535
Пепсин 947
Пиво (болезни)
— гнилостное 539
— горькое 539
— кислое 526, 539
— ослизненное 539
— терпкое 539
— тягучее 526
Пиво сорта
— белое 529
— горькое 527
— Грубер 539
— Дреер 539
— крепкий портер 527
— немецкое см. Пиво нижнего брожения
— пель-эль 527, 529, 544, 718, 719
— портер 527, 529, 543
— страсбургское см. Пиво нижнего брожения
— Туртель 539
— эль 527, 529, 544
Пиво верхнего брожения 527—532, 535, 738
— лагерное 532, 535, 738
— нижнего брожения 527, 529—532, 533, 534, 539, 709, 738
Пировинная кислота 34
Пирогалловая кислота 420, 765, 873, 874, 875
Плагиэдр 16, 20
Платиновая чернь 221, 232, 266
Плоскость симметрии 29
Полуорганизмы Фреми 570, 779—781, 827, 895—897, 955
Полуорганизованные тела см. Полуорганизмы Фреми
Поляризации плоскость 11, 13, 19, 20
Поляризация 11
Поляриметр 22—24, 30, 46
Пропионовая кислота 63
Пропионовокислый кальций 794
Пурпурит 441

Рацемическая кислота см. Паравинная кислота.

Ромбоид (ромбоэдр) 11, 12
Розит 441
Ртутные соли 826

Салигенин 826
Салициловой кислоты альдегид 35
Салицин 829
Самопроизвольное зарождение 569, 828
Самшит 678
Сахар тростниковый 75, 102, 103, 104, 108, 165, 166, 167, 826
Сахарометр 893
Сернистая кислота 279, 449, 857
Сернокислая медь 856
Сернокислый аммоний 477, 724, 790, 791. 798, 802, 832
— магний 798, 799
— натрий 923
Сероуглерод 952
Сибирская язва 561
Синильная кислота 826
Синхоницин 44
Скипидар 13, 35
Слизевая кислота 34
Слизистое брожение 51, 503
Слизистого брожения фермент (возбудитель) 777
Соломенное вино 678
Спирт древесный 268
Спиртовое брожение 51, 52, 59, 60, 71–166, 270, 475, 486, 488, 510, 522, 523, 524, 545, 573, 588, 638, 780—785, 831, 844, 904—932, 961, 962
Спиртовой фермент (возбудитель спиртового брожения) см. Дрожжи пивные
Спиртометр 157, 504, 595
Спиртоскоп 908, 910—915, 919, 926—928
Стрихнин 35, 43
Сыворотка 129

Танниновая кислота 35
Телесный угол 15
Тетраэдр 16, 23, 29, 31, 33, 40
Торула 177, 590—595, 596, 607, 611, 677—679, 693, 817, 902
Трегалоза 104

Угрицы 229, 230, 274—279, 283, 294, 304—306, 315
Уксус 219—283, 284—316
— винный 219
— спиртовой 219
Приготовление:
— немецкий способ 219, 478
— орлеанский способ 219
Уксусная кислота 76, 106, 107, 219—283, 627, 636, 785
Уксусное гнездо 223, 224, 226—230, 233, 241, 258, 274—275, 277, 300, 636
Уксуснокислое брожение 220, 222, 234—283, 478, 780
Уксуснокислый кальций 823

Фелинга жидкость 152, 155, 163, 273
Фенол 745, 746
Фермент молочнокислого брожения см. Дрожжи молочнокислого брожения
Фибрин 35, 52, 57, 475, 569
Фосфорнокислый аммоний 253, 255. 281, 477, 556, 798, 802
— калий 253, 281, 297, 477, 502, 790. 791, 798, 799, 802
— кальций 197, 203, 253, 795, 798
— магний 86, 132, 253, 281, 297, 477, 502, 790, 791, 795, 802
Фумаровая кислота 35, 36
Фумаровокислый аммоний 36

Хинин 35, 41, 44
Хиницин 44
Хинная кислота 35
Хлороформ 826, 923, 952

Цвель вина 191, 229, 230, 297, 333, 336, 340, 342, 380, 398, 424, 509, 621, 630, 697, 720
— пива 509, 621, 630, 697, 720
— сидра 621
— уксуса 227, 229, 230, 234, 279, 292
Цинхонин 41, 44

Шпат исландский 11, 12

Щавелевая кислота 35, 569

Эмульсин 789, 824, 826, 827, 829, 947

Эфир 826, 923, 952

Яблочная кислота 35, 36, 38, 39
Яблочнокислый аммоний 36
— кальций 38, 823
Янтарная кислота 78, 79, 82, 84—93, 95, 96—100, 102—105, 107—109,122, 135, 145, 155, 156, 158, 160—164, 252, 344, 363, 782, 785, 928
Янтарнокислый кальций 83, 87, 88, 91, 92, 108, 135, 148, 163, 823
Ячменный сахар 14

Alternaria 672, 679
Alternaria tenuis 671
Ascophora elegans 608
Ascophora mucedo 608
Aspergillus 616, 619, 620, 625, 626, 646, 651, 770, 923
Aspergillus glaucus 602, 615, 618—620

Bacterium 182
Bacterium termo 197, 211
Botrytis cinerea 694

Cladosporium 572

Dematiaceae 695
Dematium 508, 677—679, 687, 693, 694, 715, 727, 728, 901, 902
Dematium pullulans 686, 692, 694, 695, 724

Exoascus 695

Microzima cretae 634
Monas 197
Monas crepusculum 211
Monilia 572
Mucor 619, 639, 641—643, 645—648, 652, 709, 770, 771, 962, 963
Mucor mucedo 582, 604, 624, 632, 639, 643, 652, 654, 694, 727
Mucor racemosus 582, 587, 632, 639, 652, 694, 727, 819
Mycoderma 835
Mycoderma aceti 234—249, 253—260, 262—279, 292—296, 298, 300, 302, 303, 306, 307, 314, 315, 328—334, 336—343, 345, 370, 376, 424, 445, 446, 474, 478—480, 500, 526, 535, 600, 601, 622—624, 633, 637—639, 643, 669, 723, 743, 744, 767
Mycoderma cerevisiae 191, 508, 608, 622, 633, 697, 720, 722, 725, 835, 836, 902
Mycoderma vini 191—193, 234, 239, 240, 244, 245, 248, 249, 270—273, 298, 314, 331, 333, 334, 336—343, 345, 376, 380, 394, 424, 446, 483, 484, 487, 491, 492, 495, 499, 500, 508, 509, 535, 550, 574, 581, 582, 586, 590, 594, 595, 597, 601, 604, 607, 621—633, 643, 648, 651, 652, 662, 697, 720—723, 743, 744, 767, 770, 836, 902

Didium 572

Penicillium 168, 170, 493, 499, 500, 602—609, 611—614, 618, 620, 622, 624—626, 630, 639, 646, 651, 694, 770, 834—836, 923
Penicillium crustaceum 612
Penicillium glaucum 167, 493, 499, 506, 600, 602, 604, 608, 611, 622, 624, 640, 694, 696, 834—836
Periconia hyalina 608

Rhizopus nigricans 624
Robinia pseudoacacia 692

Saccharomyces 662, 694, 770, 962, 963
Saccharomyces apiculatus 663, 673, 674, 677, 697, 709, 740—742, 902, 961
Saccharomyces ellipsoideus 678, 740, 741, 743, 902
Saccharomyces exiguus 698
Saccharomyces pastorianus 664, 674, 677, 679, 680, 682, 683, 685—687, 690, 692, 693, 697, 698, 704, 705, 709, 712, 724, 725, 727, 728, 731, 732, 738—742, 744, 753, 833, 902
Sang de rate см. Сибирская язва
Sphaeriaceae 695
Stemphylium 572

Torula 572, 589, 590—592, 594, 596 597, 678, 679, 813
Torula cerevisiae 622
Torulaceae 814

Vibrio bacillus 210
Vibrio lineola 210
Vibrio prolifer 210
Vibrio rugula 210
Vibrio subtilis 210
Vibrio tremulans 210

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

Андре (André Oscar) 958
Аппер (Appert François, 1750—1840) —58, 113, 115, 116, 308, 403, 452—464, 470—472, 527, 579—581, 583, 631, 844
Араго (Arago Dominique-François, 1786—1853) 12, 13, 32
Арсонваль, д' (Arsonval d'; Jacques Arséne, 1851—1940) 905, 933, 934, 944

Байл (Bail Th.) 607, 608, 640, 650, 694
Баллинг (Balling) 863, 864, 867, 869, 881, 883, 889
Баляр (Balard Antoine Jérôme, 1802—1876) 10, 348, 349, 372, 374, 462, 467, 470, 471, 476, 481
Бари, де (de Bary Henri-Antone, 1831—1888) 572, 607, 640, 694
Барт (Bart) 463
Бастиан (Bastian Henry Charlton, 1837—1915) 897, 898
Батийа (Batilliat) 407, 441
Бейт (Bate) 893
Беккари (Beccari) 321
Белон (Belon) 451
Белльами (Bellamy) 773, 778, 779, 783, 923, 931, 951, 952
Бер (Bert Paul, 1833—1886) 826, 933, 934, 938
Берар (Bérard Jacques Etienne, 1789—1828) 494, 495, 778
Бергав (Boerhaave Hermann 1668—1738) 225
Беркли (Berkeley Miles-Joseph, 1803—1889) 607, 608, 640, 694, 696
Бернар (Bernard Claud, 1813—1878) 10, 206, 567, 904, 905, 921, 932—939, 941—951, 954—956, 958, 964, 965, 968
Бертло (Berthelot Pierre-Eugène-Marcelin, 1827—1907) 53, 72, 119, 165, 166, 322, 363, 405, 407, 408, 421, 429, 824, 837, 904, 905, 933, 935, 937 945, 956, 968
Бертолле (Berthollet Claud-Louis, 1748—1822) 220
Берцелиус (Berzelius J. J., 1779—1848) 51, 53, 69, 118, 119, 169, 222, 224—231, 233, 324, 506, 785, 818, 819
Бешан (Bechamp Pierre-Jacques-Antoine, 1816—1908) 361, 372, 555, 568, 634, 636, 639, 692, 696, 785, 824, 825, 831
Бехер (Becher Johan Joächim, 1625—1682) 219
Бильрот (Billroth Christian-Albert-Théodore, 1829—1894) 817
Бино (Bineau) 171
Био (Biot Jean-Baptiste, 1774—1862) 9, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 24, 25, 41, 77, 200
Бодло (Baudelot) 886, 889
Бомэ (Baumé Antoine, 1728—1804) 77
Бон (Bohn) 402
Боссюэ (Bossuet Jacques-Benigne, 1627—1704) 517, 966

Браконно (Braconnot Henri, 1781—1855) 51, 52, 154
Бретон-Лорион (Breton — Lorion) 282, 283, 301, 302, 316, 380
Брефельд (Brefeld Oscar, 1839—1925), 510—515, 786—789, 790, 818, 819, 943
Броун (Brown Robert, 1781—1858) 114
Бруассиа (Broissia de) 335
Буайо (Boillot) 385
Буйон-Лагранж (Bouillon-Lagrange Edme-Jean-Baptiste, 1764—1840) 51
Буле (Bouley Henri-Marie, 1814—1885) 935
Буллэ (Boullay Felyx-Polydor, 1806—1835) 75, 76, 77
Бунзен (Bunsen Robert-Wilhelm, 1811—1899) 751, 857, 860, 867, 868
Буссенго (Boussingault Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné, 1802—1887) 123, 171, 405, 409, 410, 421, 968
Бутрон (Boutron-Charlard Antoine-François, 1796—1879) 52, 53, 116, 827
Бушарда (Bouchardat Appolinaire, 1806—1886) 826
Бэсс (Bass) 529, 719
Бюльон (Bullion de) 321, 322, 692
Бюке (Bucquet) 447, 457
Бюффон (Buffon George-Louis-Leclerc compte de, 1707—1788) 633, 966

Вагнер (Wagner Johann Rudolf, 1823—1880) 640
Вайан (Vaillant Jean-Baptiste-Philibert, 1790—1872) 458, 460, 469
Ван-Гельмонт (Van Helmont Jan-Baptist, 1577—1644) 262, 402
Ван-Тигем (Van Tieghem Phillippe, 1839—1914) 511, 564, 640, 669, 770
Вейсс (Weiss Chrétien-Samuel, 1780—1856) 19
Вельтан (Velten) 519, 535, 839
Верньет-Лямотт (Vergnette-Lamotte A. de) 306, 383—386, 392, 394, 447—448, 456—474
Версель (Versel J.) 335
Вильям (Vuillame E.) 335, 427
Винас (Vinas) 308
Вогель (Vogel) 51
Воклен (Vauquelin Louis-Nicolas, 1763—1829) 62, 77, 221, 246
Вореаль (Vauréal) 658
Вюльпиан (Vulpian Edme-Félix-Alfred, 1826—1887) 935

Галлан (Galland) 839
Галлир (Hallir Ernest, 1831—1904) 607, 636, 696, 817
Галье (Gallier) 335, 427
Гаюи (Hauy René-Juste, 1743—1822) 15—17, 19, 32
Гей-Люссак (Gay-Lussac Joseph-Louis, 1778—1850) 52, 58, 71, 74—76, 95, 98, 113, 115, 116, 289, 402—404, 483, 576, 577, 579, 580, 673, 692, 771, 782, 925
Гейслер (Geissler) 669
Герен (Guérin Alphonse-François-Marie, 1817—1895) 562, 563
Гершель (Herschel John-Frederic-William, 1792—1871) 17, 19, 20
Гленар (Glenard A.) 373, 384
Госселен (Gosselin Leon-Althanase, 1815—1887) 563
Готтлиб (Gottlieb) 63
Гоффман (Hoffman Heinrich-Karl, 1819—1891) 506, 572, 607, 608, 613, 636, 640, 694, 696, 809, 817, 834
Грене (Grenet) 864, 870
Грубер (Grüber) 539
Губер (Hubert François, 1750—1831) 155
Гэ (Gay) 446
Гэйон (Gayon Ulysse) 568, 620, 952
Гюйгенс (Huyghens Christian, 1629—1695) 12

Давен (Davaine Casimir-Joseph, 1812—1882) 561, 935
Дарвин (Darwin Charles, 1809—1882) 607
Дастр (Dastre) 933, 934
Деберейнер (Doebereiner Johann-Wolfgang, 1780—1849) 112, 123, 221, 231, 824
Дейе (Deyeux Nicolas, 1753—1837) 221
Декла (Declat Gilbert, 1827—1896) 563
Деляфосс (Delafosse Gabriel) 10, 19
Демазьер (Desmazières Jean-Baptiste, 1783—1862) 113, 114, 230
Дессень (Dessaignes) 36, 37
Донне (Donné Alfred, 1801—1878) 568
Дрейер (Dreher) 532, 539
Дэви (Devy Edmund, 1785—1857) 221, 231
Дюбренфо (Dubrunfaut Augustin-Pierre, 1779—1881) 76, 77, 131
Дюваль (Daval Jules) 555, 556
Дюкло (Duclaux Pierre-Emile, 1840—1904) 240, 363, 415, 483, 519, 669
Дюма (Dumas Jean-Baptiste, 1800—1884) 10, 63, 68, 70, 75, 76, 77, 120, 136, 155, 221, 231, 667, 775, 825, 826
Дюруи (Duruy V.) 956

Жакем (Jacquême) 536
Желис (Gélis Amédée) 52
Жерар (Gerhardt Charles, 1816—1856) 53, 117, 322—323
Жерве (Gervais J. A.) 454—463
Жернез (Gernez) 415
Жире (Giret) 308

Зедльмейер (Sedlmayer) 532

Каде де Во (Cadet de Vaux) 454
Кальмет (Calmettes) 547, 864, 870, 872, 877
Каньяр-де-Латур (Cagniard-de-Latour Charles, 1777—1859) 63, 113—115, 118, 137, 138, 230, 231, 323, 483, 577, 639, 656
Кассианус Бассус (Cassianus Bassus, III—IV вв. нашей эры) 340, 445
Катон (Caton M.-P.) 451
Клеман (Clement Desormes, 1779—1842) 75
Коз (Coze Leon, 1817—1896) 561
Колен (Colin Jean-Jacques, 1784—1863) 52, 89, 113, 117, 118, 129, 270, 322, 785
Колумелла (Columella Lucius Junius Moderatus, I в. нашей эры) 450
Кон (Cohn Ferdinand, 1828—1898) 799, 817
Кост (Coste Marie-Victor, 1807—1873) 588
Кун (Kuhn) 519
Купье (Coupier) 855
Кютцинг (Kützing Friedrich-Traugot, 1807—1893) 230, 292, 639, 640

Лавуазье (Lavoisier Antoine-Laurent, 1743—1794) 71, 73, 74, 76, 95, 98, 111, 122, 156, 209, 220, 221, 319, 323, 483, 738, 782, 941
Лаланд (Lalande H.) 856
Ла Провосте, де (La Provostaye Ferdinand-Hervé de, 1812—1863) 17
Леблан (Le Blanc) 63
Левенгук (Leewenhoeck Antonius van, 1632—1723) 110, 113, 215, 639, 656
Лемонье (Le Monnier) 669
Лешартье (Lechartier Georges-Vital, 1837—1903) 415, 773, 778, 779, 783, 925, 931, 951, 952
Либих (Liebig Justus, 1803—1873) 53, 69, 106, 115—119, 140, 221, 231, 233, 234, 245, 246, 322, 324, 327, 328, 332, 462, 475—480, 502—506, 511, 575, 595, 785, 817—837, 897

Листер (Lister Joseph, 1827—1912) 561, 562
Лэдри (Ladrey C.) 362
Люка, де (Lucas, de) 931, 951

Майер (Mayer Adolf-Eduard) 799
Майоу (Mayow) 402
Маке (Macquer Pierre-Joseph, 1718—1784) 219, 225—226
Малагути (Malaguti) 63
Малю (Malus Etienne-Louis, 1775—1812) 12, 13
Маре-Монж (Marey-Monge) 388, 394
Мильн-Эдвардс (Milne-Edwards Henri, 1800—1885) 155
Мирбель (Mirbel Charles-François, 1776—1854) 136
Митчерлих (Mitscherlich Eilhard, 1794—1863) 21—23, 37, 119—121, 137—139, 150, 182, 506, 658, 707, 819, 824
Мор (Mohr Karl-Fridrich, 1806—1879) 412, 807
Моро (Moreau Armand) 932, 933, 934. 935
Мюллер (Müller Johann, 1806) 115
Мюльдер (Mulder) 362, 371
Мюнц (Müntz Charles-Achille, 1846—1916) 826, 952

Наше (Nachet Louis Isidor, 1755—1832) 237
Нидхэм (Needham John Tuberville, 1713—1781) 452
Низар (Nisard) 338, 430, 444
Никклес (Nicklès J.) 63
Нолльнер (Noellner) 63
Ньютон (Newton Isaak) 12

Олсопп (Allsopp) 529, 719

Парандье (Parandier) 335
Пармантье (Parmentier Antoine-August, 1737—1814) 221, 226
Пеан де Сен-Жиль (Péan de Saint-Gilles) 429
Пезейр (Pezeyre) 830
Пелуз (Pelouze Pheophile-Julius, 1807—1867) 34, 52, 830
Перзоц (Persoz Jean-François, 1805—1868) 77
Персон (или Персоон) (Persoon Christian, 1755—1836) 113, 230, 292
Пино (Pineau F.) 633
Пирия (Piria) 36, 37
Плиний (Plinius Gājus Secundus (Major), 23—79 гг. нашей эры) 338, 430, 444, 451
Пожжиаль (Poggiale Antoine Baudoin, 1808—1879) 785
Прингл (Pringle John, 1707—1782) 209
Прозе (Prozet) 226
Пуше (Pouchet Félix-Archimède, 1800—1872)—633, 640
Пэйен (Payen Anselme, 1795—1871) 119, 120, 136, 153, 155

Райе (Rayer Pierre-François-Olive, 1793—1867) 561
Райналь (Raynal Louis) 308
Реес (Rees Max) 587, 662, 663, 678, 686, 698, 740, 961
Реньо (Regnault Henri-Victor, 1810—1878) 142, 143, 251
Реомюр (Réaumur René-Antoine Ferchault de, 1683—1757) 226, 322
Римершмид (Riemerschmied) 479—480
Риффо (Riffault des Hêtres Jean-Réne-Denis, 1752—1826) 74
Робен (Robin Albert, 1847—1928) 555, 563
Робен (Robin Charles, 1821—1885) 608, 622, 814—818
Розе (Rose Henrich, 1795—1864) 102, 824

Розье (Rozier Jean-François, 1734—1793) 219, 220, 323, 347, 451
Ролен (Raulin Jules-Léonard, 1836—1896) 415, 507, 604, 716, 751, 768, 833, 855, 856, 861
Роме-де-Лиль (Romé-de-Lisle Jean-Baptiste-Louis, 1736—1790) 8, 15
Россиньоль (Rossignol Louis) 308, 309, 312, 313, 315, 316
Руэль, младший (Rouelle Hilaire Marin, 1718—1779) 321

Сахс (Sachs J.) 511
Седийо (Sédillot Charles-Emmanuel, 1804—1883) 563
Сейн (de Seynes) 662
Сенармон (Senarmont Henri-Hureau, 1808—1862) 200
Сеньо (Seugnot) 834
Серре (Serret) 10
Скутеттен (Scoutetten H.) 446
Слэк (Slack Henry James, 1818—1896) 238
Спалланцани (Spallanzani Lazaro, 1729—1799) 116, 452
Соссюр (Saussure Nicolas-Théodore, 1767—1845) 74, 204, 205, 220
Сталь (Stahl Georg Ernst, 1660—1734) 116, 402

Тассиньи (Tassigny) 519
Тенар (Thenard Louis-Jacques, 1774—1857) 71, 74—76, 89, 111—113, 118, 121, 122, 129, 141—144, 157, 320, 460, 461—463, 468—474, 483, 782
Теофраст (Theophrastos, 371—264 гг. до нашей эры) 521
Террель-де-Шен (Terrel des Chênes) 370
Тиндаль (Tyndall John, 1820—1893) 897—899
Томери (Thomery) 900
Томсон (Thomson Robert-Dundes, 1810—1864) 233
Траубе (Traube Ludwig Moritz, 1818—1876) 510, 512, 515, 564, 786—790, 818, 819
Трекюль (Trécul Auguste-Adolphe-Lucien, 1818—1896) 481, 484, 497—501, 506, 569, 574, 577, 606, 608—613, 622, 634, 636, 696, 834—836
Туртель (Tourtel) 519, 539, 547, 746, 864, 869, 872, 877, 893
Тюлан (Tulasn Louis-René, 1815—1885) 640
Тюрпен (Turpin Pierre-Jean-François, 1775—1840) 117, 129, 138, 182, 183, 230, 506, 607, 622, 629, 633—635, 639, 640, 696, 827, 834—836, 955

Фаброни (Fabroni A., 1752—1822) 89, 110, 111, 291, 292, 319—323, 332, 447, 451, 457, 692
Фарадей (Faradey Michael, 1791—1867) 897
Фелинг (Fehling Hermann, 1811—1885) 81, 83, 85, 273, 760
Фельтц (Feltz Victor-Thimophée, 1836—1893) 561
Фитц (Fitz Albert, 1842—1885) 654
Флёриё (Fleurieu A.) 363
Франсуа (François) 378
Фреми (Fremy Edmond, 1814—1894) 10, 52, 53, 69, 116, 322, 461, 463, 481—489, 498, 499, 504, 569—571, 574, 575, 577, 608, 634, 636, 779—781, 827, 828, 895—897, 955
Френель (Fresnel Augustin-Jean, 1788—1827) 27
Фуркруа (Fourcroy Antoine-François, 1755—1809) 62, 110, 111, 223, 225, 246, 320
Фэй (Faye) 511

Хэйлес (Hales Stephan, 1677—1761) 966

Шамберлан (Chamberland Charles-Edouard, 1851—1908) 901
Шапталь (Chaptal de Chanteloup Jean-Antoine, 1756—1832) 220, 222, 226—230, 317, 323, 324; 326—328, 330, 332, 333, 338, 344, 345, 378, 380
Шаррьер (Charriére) 335, 427
Шванн (Schwann Theodor, 1810—1882) 115, 116, 118, 656
Шеве (Chevet) — 672, 677
Шеврель (Chevreul Michel-Eugéne, 1786—1889) 21, 62, 81, 98, 116, 402, 577
Шееле (Scheele Karl-Wilhelm, 1742—1786) 51, 224, 262, 308, 451, 452
Шлоссбергер (Schlossberger Julius-Eugen, 1819—1860) 120, 153
Шово (Chauveau A., 1828—1917) 561
Шютценберже (Schützenberger Paul, 1827—1897) 513, 658, 752, 761—764, 855—857, 868, 870, 878, 882

Энгель (Engel Charles-Rodolphe, 1850—1880) 662
Эренберг (Ehrenberg Cristian, 1795—1876) 210

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр

От редакции 7

Исследования о молекулярной диссимметрии естественных органических соединений (лекции, прочитанные в парижском химическом обществе 20 января и 3 февраля 1860 г.) 9

Лекция первая 11

Лекция вторая 29

Статья о так называемом молочнокислом брожении 49

Статья о сбраживании винной кислоты 63

Новые данные, освещающие историю вопроса о дрожжах молочнокислого брожения (Письмо господину Дюма) 68

Мемуар о спиртовом брожении 71

Введение 71

Первая часть. Что происходит с сахаром при спиртовом брожении? § 1. Обзор современного состояния вопроса о продуктах спиртового брожения — 73. § 2. Глицерин и янтарная кислота представляют собой продукты спиртового брожения. Их разделение и количественное определение — 78. § 3. Частный случай применения описанного выше метода анализа — 85. § 4. Элементы янтарной кислоты и глицерина заимствуются из сахара. Элементы дрожжей в этом участия не принимают — 89. § 5. Глицерин, янтарная кислота, спирт и угольная кислота не являются единственными продуктами спиртового брожения — 90. § 6. Уравнение спиртового брожения — 92. § 7. Добавление к предыдущему параграфу — 100. § 8. Янтарная кислота и глицерин являются постоянными продуктами спиртового брожения — 102. § 9. О случайном образовании молочной кислоты при спиртовом брожении — 106. § 10. Количественные изменения, наблюдаемые в соотношении продуктов брожения — 108. 73

Вторая часть. Что происходит с пивными дрожжами при спиртовом брожении? 10

§ 1. Обзор современного состояния учения о пивных дрожжах и их превращениях во время спиртового брожения — 110. § 2. Азот дрожжей никогда не превращается во время спиртового брожения в аммиак. Аммиак не только не образуется, но даже тот, который был прибавлен, может исчезнуть — 121. § 3. Образование дрожжей в среде, состоящей из сахара, аммонийной соли и фосфатов — 125. § 4. Исследование отношений между дрожжами и сахаром. Что происходит во время спиртового брожения с азотом дрожжей — 136. § 5. При всяком спиртовом брожении часть сахара фиксируется в дрожжах в виде целлюлозы — 150. § 6. При всяком спиртовом брожении часть сахара фиксируется в виде жировых веществ — 154. § 7. Длительная жизнеспособность дрожжевых клеток — 155. § 8. Применение некоторых результатов данного исследования к составу сброженных жидкостей. Специальное исследование вина — 161.

К вопросу о спиртовом брожении 165

Сообщение относительно *penicillium glaucum* и молекулярной диссимметрии естественных органических соединений 167

Исследования характера питания плесеней 169

Инфузории, живущие без свободного кислорода и вызывающие брожение 172

Новые опыты и взгляды на природу брожений 176

Некоторые новые данные о дрожжах спиртового брожения 182

Новый пример брожения, вызываемого инфузориями, могущими жить без свободного кислорода и без какого-либо контакта с атмосферным воздухом 194

Рассмотрение роли, приписываемой атмосферному кислороду, в разрушении животной и растительной материи после смерти 201

Исследования о гниении 209

Исследования об уксусе, его производстве, его болезнях, средствах борьбы с ними. Новые наблюдения по сохранению вина путем нагревания 217

Предисловие 217

Мемуар об уксусном брожении 219

Первая часть (историческая) 219

§ 1. Уксусная кислота образуется благодаря окислению спирта кислородом воздуха — 219. § 2. Необходимость фермента для окисления спирта в уксуснокислом брожении. Идеи о природе этого фермента 222

Вторая часть 234

§ 1. Описание *mycoderma aceti* (цвели уксуса). Роль этого растения в процессе уксуснокислого брожения — 234. § 2. Без микодермы нет образования уксуса — 244. § 3. Характер действия *mycoderma aceti* — 247. § 4. Образование уксусной кислоты в отсутствие белковых веществ. Развитие *mycoderma aceti* в присут-

ствии аммонийных солей и щелочных и щелочно-земельных фосфатов. Очевидные доказательства организованной природы фермента — 253. § 5. Метод буковых стружек — 256. § 6. Сжигание уксусной кислоты *mycoderma aceti* — 262. § 7. Самопроизвольные изменения в строении *mycoderma aceti*. Спирт может исчезать, не будучи предварительно превращен в уксусную кислоту — 266. § 8. Погруженная *mycoderma aceti* не образует уксуса, даже если она продолжает жить и размножаться — 268. § 9. *Mycoderma aceti*, рассматриваемая как паразит *mycoderma vini* — 271. § 10. Угрицы уксуса. Как они вредят образованию уксуса — 274. § 11. Применение результатов предшествующих параграфов — 279.

Лекция о винном уксусе, прочитанная в Орлеане 11 ноября 1867 г. . . 284

Исследования о вине, его болезнях и причинах, которые их вызывают. Новые способы его хранения и ускорения созревания 317

Часть первая. Причины болезней вина 317

Введение 317

Старые представления о причинах болезней вина 319

Новые представления о причинах болезней вин и описание этих болезней 325

Часть вторая. О роли кислорода воздуха в процессе созревания вина 402

О влиянии кислорода воздуха на процесс созревания вина . . . 402

Изучение состава газов, содержащихся в вине и в виноградном соке 409

Газы, содержащиеся в сусле 416

Часть третья. Хранение вин. Эмпирические способы, предложенные для хранения вин 444

Сохранение вина с помощью нагревания. История вопроса . . . 449

Сообщение по поводу статьи Либиха, посвященной брожениям . . . 475

Дискуссия с г. г. Фреми и Трекюлем о природе и происхождении ферментов. О природе и происхождении ферментов (Ответ на сообщение г-на Фреми, опубликованное в последнем номере «Comptes rendus») 481

Новые замечания по поводу сообщений г-на Фреми 484

Новые данные для обоснования теории истинных брожений . . . 489

Ответ на сообщение г-на Трекюля 497

Образование дрожжей в минеральной среде, содержащей сахар 502

Новые наблюдения о природе спиртового брожения (ответ г.г. Брефельду и Траубе) 510

Исследования о пиве, его болезнях, их причинах, способах сделать его устойчивым, с приложением новой теории брожения 517

Предисловие 519

Глава I. О тесной зависимости между быстротою порчи пива и сусла и приемами пивоваренного производства 521

Глава II. Исследование причин болезней пива и сусла, служащего для его изготовления 538

§ 1. Всякая порча пива, вызываемая болезнями, совпадает с развитием микроскопических организмов, чуждых по природе пивным дрожжам в собственном смысле слова — 539. § 2. Отсутствие порчи пивного сусла и пива совпадает с отсутствием посторонних организмов — 545.

Глава III. О происхождении ферментов в собственном смысле этого слова 552

§ 1. Об условиях, изменяющих природу организованных существ в настоях — 552. § 2. Опыты с кровью и мочой, взятыми в их естественном состоянии и подвергнутыми соприкосновению с воздухом, освобожденным от взвешенной в нем пыли — 559. § 3. Опыт над соком, взятым изнутри ягоды винограда — 571. § 4. Пивное сусло и виноградное сусло, подвергнутые действию обыкновенного воздуха — 576. § 5. Новые сравнительные исследования над зародышами, взвешенными в воздухе различных близко друг к другу расположенных помещений, находящихся в отношении образования и распространения встречающейся в них пыли в различных условиях — 588. § 6. Дрожжи могут высыхать и превращаться в пыль, не утрачивая своей способности к размножению — 597.

Глава IV. Культуры различных организмов в чистом состоянии. Их автономия 600

§ 1. Культуры *penicillium glaucum* и *aspergillus glaucus* в чистом состоянии. Доказательства того, что эти плесени не превращаются в спиртовые дрожжи пива или вина. Первоначальные взгляды на причины брожения — 602. § 2. Культура *mycoderma vini* в чистом состоянии. Подтверждение наших первоначальных взглядов на причину брожения. *Mycoderma vini* не превращается в дрожжи, хотя способна вызывать начало брожения — 621. § 3. Культура *mycoderma aceti* в чистом состоянии — 633. § 4. Культура *mucor racemosus* в чистом состоянии. Пример более активной и продолжительной жизни без доступа воздуха — 639.

Глава V. Спиртовые дрожжи 655

§ 1. О происхождении дрожжей — 655. § 2. О так называемых самопроизвольно зарождающихся дрожжах — 696. § 3. О дрожжах верхнего и нижнего брожения — 700. § 4. О существовании и получении других сортов дрожжей — 709. § 5. О новом роде дрожжей спиртового брожения. Аэробные дрожжи — 720. § 6. Очистка продажных дрожжей — 733.

Глава VI. Физиологическая теория брожения 747

§ 1. Отношение дрожжей к кислороду — 747. § 2. Брожение сладких плодов, погруженных в углекислый газ — 774. § 3. Ответ на критические замечания немецких естествоиспытателей Оскара Брефельда и Морица Траубе — 786. § 4. Брожение правовращающего виннокислого кальция — 790. § 5. Новый пример жизни без воздуха. Брожение молочнокислого кальция — 797. § 6. Ответ на критические замечания Либиха, опубликованные в 1870 г.— 819.

Глава VII. Новый способ приготовления пива 838

§ 1. Предварительные опыты — 839. § 2. Способ количественного определения кислорода, растворенного в пивном сусле — 853. § 3. О количестве кислорода, растворенного в сусле пивоваренных заводов — 864. § 4. О связывании кислорода пивным суслом — 871. § 5. О влиянии связанного кислорода на осветление пивного сусла — 880. § 6. Применение принципов, на которых основан новый способ приготовления пива, с употреблением ограниченных количеств чистого воздуха — 886.

Приложение 895

Сообщение о брожении фруктов и о распространении зародышей дрожжей спиртового брожения 900

Критический разбор посмертной работы Клода Бернара о брожении 904

Примечание к I тому 969

Предметный указатель 995

Именной указатель 1002

Луи Пастер

Избранные труды в двух томах,
том I

Утверждено к печати редколлегией серии «Классики науки» Академии наук СССР

Редактор издательства *Т. А. Матвеенко* Технический редактор *И. Н. Дорохина*

*

РИСО АН СССР № 3-136В. Сдано в набор 17/II 1960 г Подписано к печати 14/III 1960 г. Формат 70×92¹/₁₆ 63,25 печ. л. 74 усл.печ. л.+12 вклеек 54,7 уч.-издат. л. Тираж 3500 экз. Изд. № 3705. Тип. зак. № 234

Цена 60 руб. с 1/I 1961 г.— 6 руб.

*

Издательство Академии наук СССР Москва. Б-62. Подсосенский пер., 21

2-я типография Издательства АН СССР Москва. Г-99, Шубинский пер., 10

ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
65	14 св.	аммония, в чистой воде	аммония в чистой воде,
97	8 сн.	и	ее
222	7 св.	$3H_2$	$3H_2O$
347	16 сн.	*à*	*а*
461	11 св.	сделала	сделал
463	7 св.	Гаври	Гавра
505	9 св.	1011 (	1011—
589	11 сн.	показалась	оказалась
764	2 сн.	4500	450
868	11 св.	см	$см^3$
900	2 сн.	в тором	в котором
902	14 сн.	торуилы	торулы
911	2 сн.	*водой*	*ватой*
963	9 сн.	укрытые	укрытие
967	18 св.	костей	кистей
972	20 сн.	74	73
973	11 сн.	117 **	118 **
979	13 сн.	76	75
980	1 сн.	320 *	320 *
987	13 св.	475 *	475 **
990	9 сн.	663	662
990	10 сн.	662	663
991	7 сн.	512	510
991	22 сн.	491	490
993	1 сн.	511	510
996	3 св.	бан	блан
1001	2 св.	Didium	Oidium

ЛУИ ПАСТЕР

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ

I



42 руб.

Цена с III. 1961 г. 4 р. 20 к.